

Gerhard Fildan

Lösung eines praktischen Problems der betrieblichen  
Arbeitssicherheit am Beispiel der Cr Ni – Problematik  
bei der Verarbeitung von hoch legierten Edelstählen.

eingereicht als

DIPLOMARBEIT

an der

HOCHSCHULE MITTWEIDA

---

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Wirtschaftswissenschaften

Wien, 2011

Erstprüfer: Prof. Dr. –Ing. habil. Jürgen Spindler  
Zweitprüfer: Dipl. Ing. Erich Fiferna

Vorgelegte Arbeit wurde verteidigt am:

**Bibliographische Beschreibung:**

Fildan, Gerhard:

Lösung eines praktischen Problems der betrieblichen Arbeitssicherheit am Beispiel der Cr Ni – Problematik bei der Verarbeitung von hoch legierten Edelstählen. – 2010. – 78 S. Wien, Hochschule Mittweida, Fakultät Wirtschaftswissenschaften, Diplomarbeit, 2010

**Referat:**

Ziel der Diplomarbeit ist es, die gesundheitlichen Risiken für die mit der Verarbeitung von mit Chrom und Nickel legierten Stählen befassten Mitarbeitern aufzuzeigen und effiziente Vermeidungs- bzw. Lösungsstrategien zu entwickeln.

Der Geschäftsleitung, den Belegschaftsorganen und den Mitarbeitern sollen bestmögliche Handlungsoptionen angeboten werden.

## Abkürzungen

AUVA	Allgemeine Unfallversicherungsanstalt
BTA	Bombardier Transportation Austria GmbH
GW	Grundwerkstoff
HSE	Health, Safety & Environment (Gesundheit, Sicherheit & Umweltschutz)
MAK	Maximale Arbeitsplatzkonzentration
n. a.	nicht anwendbar / nicht verfügbar
PSA	Persönliche Schutzausrüstung
TRK	Technische Richtkonzentration
ZW	Zusatzwerkstoff

## Abbildungsverzeichnis

BILD 1: BOMBARDIER WERK WIEN.....	5
BILD 2: ERZEUGTE SCHIENEFahrzeuge .....	6
BILD 3: STOFFAUSBREITUNG UND MATERIALFLUSS.....	10
BILD 4: AUFBAU ZUSATZLÜFTUNGSANLAGE.....	59
BILD 5: HAUTSCHUTZPLAN .....	63
BILD 6: PSA SCHLEIFEN .....	64
BILD 7: PSA SCHWEIßEN.....	64
BILD 8: PSA SANDSTRAHLER.....	65
BILD 9: KLIMAGERÄT SANDSTRAHLER.....	66
BILD 10: INDUSTRIESTAUBSAUGER .....	69
DIAGRAMM 1: NICKEL / HARN EDELSTAHLSCHEIßER & SANDSTRAHLER .....	8
DIAGRAMM 2: CHROM HARN EDELSTAHLSCHEIßER & SANDSTRAHLER.....	9
DIAGRAMM 3: MITTELWERTE CHROM IM HARN .....	44
DIAGRAMM 4: MONITORING CHROM IM HARN EDELSTAHLSCHEIßER .....	44
DIAGRAMM 5: MONITORING CHROM IM HARN BAUSTAHLSCHEIßER .....	45
DIAGRAMM 6: MITTELWERTE CHROM IM BLUT .....	46
DIAGRAMM 7: MONITORING CHROM IM BLUT EDELSTAHLSCHEIßER .....	46
DIAGRAMM 8: MONITORING CHROM IM BLUT VORRICHTUNGSBAU .....	47
DIAGRAMM 9: MITTELWERTE NICKEL HARN.....	48
DIAGRAMM 10: MONITORING NICKEL IM HARN EDELSTAHLSCHEIßER.....	49
DIAGRAMM 11: MONITORING NICKEL IM HARN SANDSTRAHLER.....	49
DIAGRAMM 12: MONITORING NICKEL IM HARN VORRICHTUNGSBAU.....	50
DIAGRAMM 13: NICKEL IM HARN EDELSTAHLREINIGUNG .....	50
DIAGRAMM 14: NICKEL HARN BAUSTAHLBEREICH .....	51
DIAGRAMM 15: TREND NICKEL / HARN EDELSTAHLSCHEIßER .....	70
DIAGRAMM 16: WIRKUNG ZUSATZABSAUGANLAGE .....	72
TABELLE 1: VERWENDETE WERKSTOFFE .....	17
TABELLE 2: RESULTATE VERGLEICHSMESSUNG I / 14.10.2008.....	33
TABELLE 3: RESULTATE VERGLEICHSMESSUNG II / 14.07.2009 - SCHEIßER .....	36
TABELLE 4: RESULTATE VERGLEICHSMESSUNG II / 14.07.2009 - SANDSTRAHLER.....	38

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. AUFGABENSTELLUNG.....</b>	<b>5</b>
1.1. DAS UNTERNEHMEN.....	5
<b>2. AUSGANGSSITUATION .....</b>	<b>7</b>
<b>3. FERTIGUNGSPROZESSE UND EINGESETZTE WERKSTOFFE.....</b>	<b>10</b>
3.1. BESCHREIBUNG DER UNTERSUCHTEN BEREICHE .....	10
3.1.1. Objekt 3 - Rohbaufertigung.....	11
3.1.2. Objekt 8 - Sandstrahlen .....	11
3.1.3. Objekt 2 - Vorrichtungsbau und Mechanische Fertigung .....	12
3.2. ARBEITSMETHODEN .....	12
3.2.1. Schweißen .....	12
3.2.2. Sandstrahlen.....	14
3.3. STÄHLE UND ZUSATZWERKSTOFFE .....	15
3.4. MEDIZINISCHE DEFINITIONEN UND BEURTEILUNG.....	18
3.4.1. Chrom .....	18
3.4.2. Nickel .....	24
3.4.3. Aerosole.....	27
3.4.4. Grenzwert Vergleichsmessungen.....	32
3.4.5. Blut und Harnuntersuchungen.....	42
3.4.6. Ergebnisse der Messungen und Untersuchungen .....	51
<b>4. STOFFAUSBREITUNG UND GEGENMAßNAHMEN .....</b>	<b>54</b>
4.1. FREISETZUNG UND AUSBREITUNG DES LUFTFREMDEN STOFFS .....	54
4.1.1. Schweißen .....	54
4.1.2. Sandstrahlen.....	54
4.2. ORGANISATORISCHE GEGENMAßNAHMEN.....	55
4.2.1. Management .....	55
4.2.2. Unternehmensinterne Kommunikation .....	55
4.2.3. Externe Kommunikation.....	56
4.3. TECHNISCHE GEGENMAßNAHMEN .....	56
4.3.1. Verfahrenstechnische Maßnahmen.....	56
4.3.2. Lufttechnische Maßnahmen.....	58
4.4. ERGÄNZENDE MAßNAHMEN .....	61
4.4.1. Information und Unterweisung.....	61
4.4.2. Sauberkeit, Hygiene, Hautschutz .....	61
4.4.3. Arbeitskleidung .....	63
4.4.4. Persönliche Schutzausrüstung .....	64
4.4.5. Gesundheitsüberwachung .....	67
4.5. BEGLEITMAßNAHMEN.....	68
4.5.1. Instandhaltung .....	68
4.5.2. Einrichtungen zum Beseitigen abgelagerter Stoffe .....	68
<b>5. ÜBERPRÜFUNG DER WIRKSAMKEIT VON MAßNAHMEN .....</b>	<b>70</b>
5.1. ZUSATZABSAUGANLAGE .....	71
<b>6. RESÜMEE.....</b>	<b>73</b>
<b>7. ANLAGEN.....</b>	<b>76</b>
<b>8. LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>76</b>
<b>9. DANKSAGUNG .....</b>	<b>78</b>
<b>10. ERKLÄRUNG ZUR SELBSTSTÄNDIGEN ANFERTIGUNG .....</b>	<b>78</b>

# 1. Aufgabenstellung

Ziel der Diplomarbeit ist es, die gesundheitlichen Risiken für die mit der Verarbeitung von mit Chrom und Nickel legierten Stählen befassten Mitarbeiter aufzuzeigen und effiziente Vermeidungs- bzw. Lösungsstrategien zu entwickeln.

Da die Thematik breite Wissensgebiete, von Naturwissenschaften (Chemie, Physik, Medizin) über Ingenieurwissenschaften (Maschinenbau) und Sozialwissenschaften (Betriebswirtschaft) bis zu Geisteswissenschaften (Psychologie, Ethik, Recht), berührt ist es unmöglich alle Gebiete umfassend zu berücksichtigen.

Stattdessen sollen diese so verbunden werden, dass im betriebswirtschaftlichen Kontext ein ausreichend fundierter Überblick, als Informations- und Entscheidungsgrundlage für Geschäftsleitung, Belegschaftsorgane, Mitarbeiter und einer an Arbeitssicherheitsthemen interessierten Öffentlichkeit, entsteht.

## 1.1. Das Unternehmen

Die Untersuchungen für diese Diplomarbeit fanden im Rahmen der betrieblichen Tätigkeit der Bombardier Transportation Austria GmbH (BTA), 1220 Wien, Österreich statt.



Bild 1: Bombardier Werk Wien

Die BTA gehört zum kanadischen Bombardier Konzern, der einer der größten Schienenfahrzeug- und Flugzeughersteller der Welt ist. Innerhalb dieser Konzernstruktur bildet das Werk Wien zusammen mit zwei Schwesterwerken in

Deutschland einen Werksverbund (LRV - Light Rail Vehicles) für die Entwicklung und Produktion von Straßen- und Stadtbahnen.

Im November 2007 bezog Bombardier den Standort im 22. Wiener Gemeindebezirk. Ende April 2009 waren

316 Angestellte

340 Arbeiter

22 Lehrlinge

in Summe 678 Mitarbeiter im Werk beschäftigt.

Es ist zu diesem Zeitpunkt die modernste Produktionsstätte für Straßen- und Stadtbahnen auf der Welt.

Die Gesamtfläche beträgt ca. 37.500 m<sup>2</sup>, wobei ungefähr 20.000 m<sup>2</sup> überdacht sind. Die Produktionskapazität ist auf die Lieferung von 70 Komplettfahrzeugen pro Jahr ausgelegt.

Damals wurden folgende Schienenfahrzeuge gefertigt:



**Linz**



**Manchester**



**U6**



**Wiener Lokalbahnen**

## 2. Ausgangssituation

Um das Jahr 1970 wurden erste Erkenntnisse über das krebserzeugende Potenzial von Chrom und Nickel veröffentlicht.

1979 wurde dieses Wissen in der ersten MAK – Werte Liste in Österreich kodifiziert, in der Chrom und Nickel als krebserzeugend eingestuft wurden.

Diese Einstufung ist mit Änderungen bis heute gültig, jedoch war diese Liste damals nur für die Arbeitsinspektion verbindlich.

Im Oktober 2001 trat die Grenzwertverordnung 2001 – GKV 2001 in Kraft.

In dieser Verordnung werden Nickel und Chrom (VI) eindeutig als krebserzeugende Arbeitsstoffe ausgewiesen.

Nickel wird als: „ A1 – Stoffe, die beim Menschen erfahrungsgemäß bösartige Geschwülste zu verursachen vermögen“ und Chrom (VI) als: „ A2 - Stoffe, die sich bislang nur im Tierversuch als krebserzeugend erwiesen“ klassifiziert.

Bei der Novelle dieser Verordnung im Jahre 2007 änderte sich diesbezüglich nichts jedoch wurde mittels einer Novelle der Verordnung über die Gesundheitsüberwachung am Arbeitsplatz - die im Februar 2008 Rechtskraft erlangte - eine Untersuchungspflicht für Chrom (VI) - Verbindungen und Nickel und seine Verbindungen eingeführt.

Da zu diesem Zeitpunkt noch nicht ausreichende Untersuchungskapazitäten seitens der damit befassten chemischen Labore zur Verfügung standen, wurde im Werk Wien am 14.10.2008 eine routinemäßige Grenzwert - Vergleichsmessung (MAK – Wertmessung) durch die FTU - Forschungsgesellschaft Technischer Umweltschutz GmbH durchgeführt, deren Umfang – im Vergleich zu den Vorjahren – unter anderem um Chrom und Nickel erweitert wurde.

Kurz vor Weihnachten 2008 lag der Messbericht vor, der Überschreitungen der maximal erlaubten Konzentrationen von Chrom und Nickel im Schweißrauch beim Edelstahlschweißen anzeigte.

Daraufhin wurde eine Gesundheitsuntersuchung der Edelstahlschweißer und Sandstrahler auf Chrom und Nickel veranlasst, die am 26.3 und 30.4. 2009 durch die ARGE Arbeitsmedizin, Arbeitsmedizinisches Zentrum der BIB Beratungsinstitut GmbH, durchgeführt wurde.

In der ersten Maiwoche kamen die Ergebnisse der ersten durchgeführten Blut- und Harnuntersuchungen. Hierbei wurde eine Gesundheitsgefährdung durch die Überschreitung der zulässigen Chrom- und Nickelwerte in Blut und Harn festgestellt.

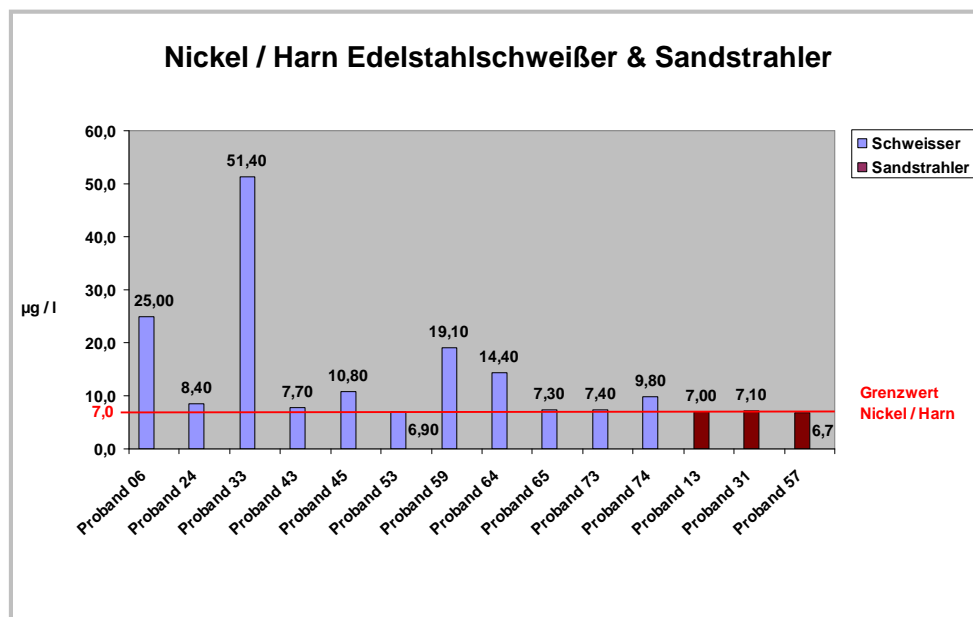


Diagramm 1: Nickel / Harn Edelstahlschweißer & Sandstrahler

Von den elf untersuchten Edelstahlschweißern wiesen zehn eine Überschreitung der arbeitsmedizinisch zulässigen Nickelwerte im Harn auf. Nur ein Proband war knapp unterhalb des arbeitsmedizinischen Grenzwerts von Nickel im Harn von 7 µg / l.

Die Werte der Sandstrahler lagen alle knapp am arbeitsmedizinischen Grenzwert.



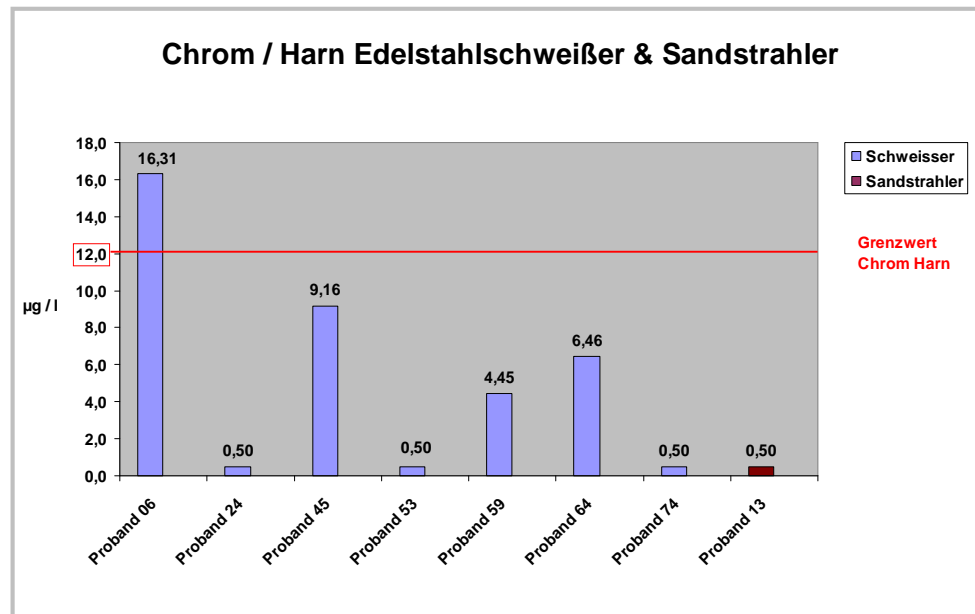


Diagramm 2: Chrom Harn Edelstahlschweißer &amp; Sandstrahler

Bei den Untersuchungsergebnissen für Chrom waren zu diesem Zeitpunkt weniger Daten verfügbar als bei Nickel. Einer von sieben Edelstahlschweißern wies eine Überschreitung der arbeitsmedizinisch zulässigen Chromwerte im Harn von 12 µg / l auf. Für den untersuchten Sandstrahler konnte keine relevante Chrombelastung im Harn nachgewiesen werden.

Nach dem Einlangen der Ergebnisse verständigte sich die Sicherheitsfachkraft mit dem zuständigen Arbeitsmediziner, analysierte die Situation und bereitete die Fakten auf.

Am 02.06.2009 werden die Ergebnisse an die Geschäftsführung der Bombardier Transportation Austria GmbH und die Arbeitssicherheitsstabsstelle (Group HSE) der Standortleitung übermittelt.

Am nächsten Tag wurde ein Meeting für den 09.06.2009 anberaumt, an dem alle maßgebenden Personen des Betriebs vom General Manager abwärts teilnahmen.

Die Fakten wurden dargelegt und ein Maßnahmenplan diskutiert, der am 18.06.2009 von der Geschäftsleitung genehmigt und daraufhin kommuniziert wurde.

Mit der Maßnahmenumsetzung wurde unverzüglich begonnen.

### 3. Fertigungsprozesse und eingesetzte Werkstoffe

#### 3.1. Beschreibung der untersuchten Bereiche

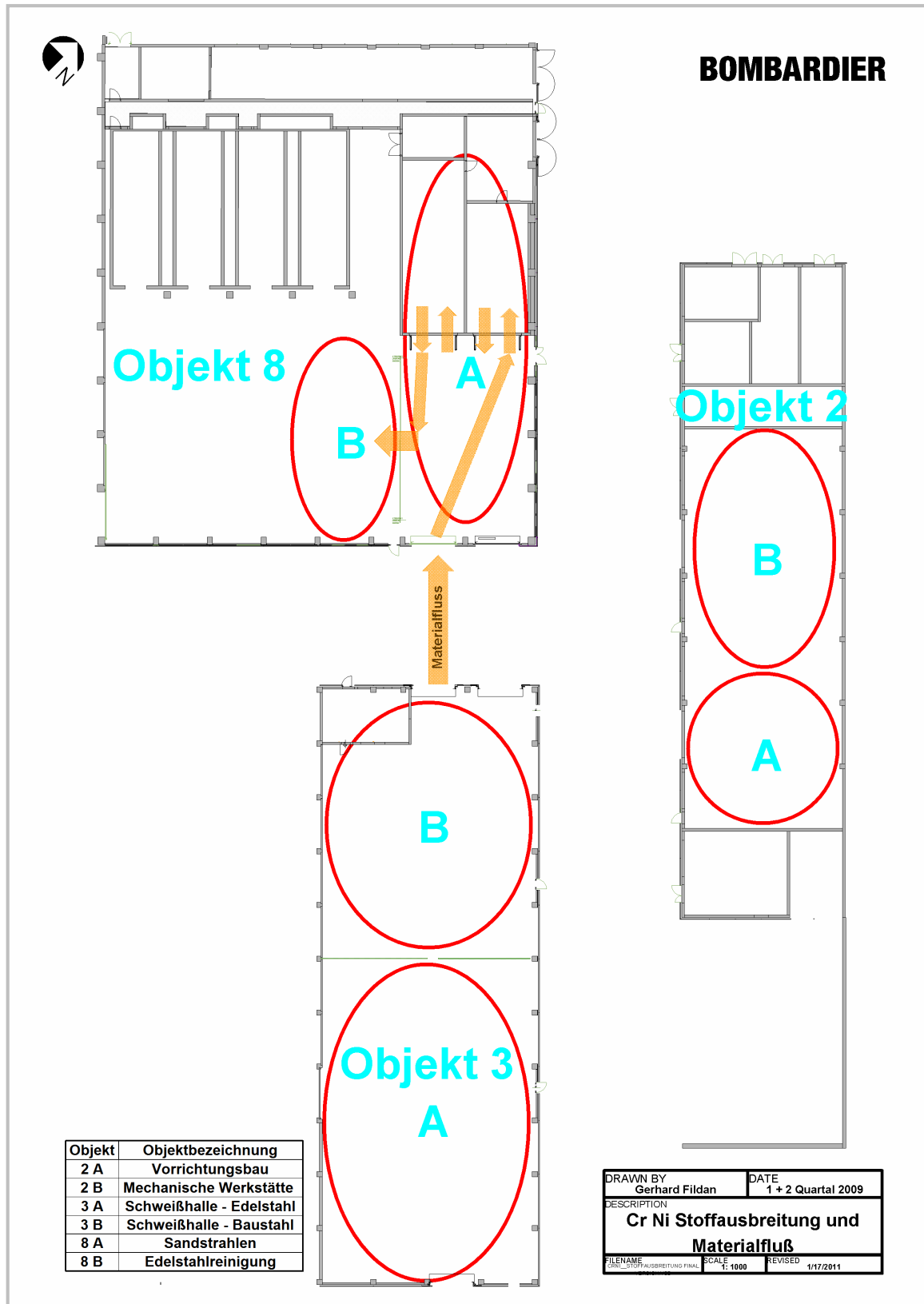


Bild 3: Stoffausbreitung und Materialfluss

### **3.1.1. Objekt 3 - Rohbaufertigung**

Das Objekt 3 ist durch eine Stahlblechwand (ca. 1/2 Hallenhöhe hoch) in einen Edelstahlbereich und einen Baustahlbereich getrennt.

Im Edelstahlbereich werden Vorbaugerippe und im Baustahlbereich ganze Wagenkästen für Straßen- und Stadtbahnen gefertigt.

Zum Fügen der Vorbaugerippe werden Baugruppen in zum Teil elektromechanisch betätigten Vorrichtungen eingelegt, positioniert, geheftet, verschweißt, geschliffen und geputzt.

Anschließend werden Spenglerarbeiten zur Sicherstellung der Form- und Maßhaltigkeit durchgeführt.

Nach der Abnahme durch die Qualitätskontrolle werden die Vorbauten für den Transport in das Objekt 8 sowie zur anschließenden Oberflächenbehandlung (Sandstrahlen und anschließendes Lackieren) vorbereitet.

### **3.1.2. Objekt 8 - Sandstrahlen**

Im Objekt 8 ist die Oberflächenbehandlung untergebracht. Es gibt zwei Sandstrahlboxen sowie 4 Lackierkabinen und eine Kleinteillackieranlage. Die beiden Vorbereitungsbereiche für das Sandstrahlen sowie das Lackieren sind durch eine Blechwand (ca. 3 m hoch) t.

Der Arbeitsablauf ist gemäß Arbeitsplan wie folgt definiert:

- Sandstrahlkabine einstellen und vorbereiten.
- Verwendetes Strahlmittel und anzuwendenden Strahldruck beachten.
- Zu strahlendes Werkstück in Kabine schieben und Türen verriegeln.
- Das Werkstück abstrahlen, bis alle Schweißspritzer entfernt sind und die Oberfläche ein homogenes Bild zeigt.

- Werkstück von Resten des Strahlmittels befreien und aus der Sandstrahlbox schieben.
- Werkstück für die Lackierarbeiten gründlich reinigen.

### **3.1.3. Objekt 2 - Vorrichtungsbau und Mechanische Fertigung**

Im Objekt 2 befinden sich der Vorrichtungsbau und die mechanische Fertigung. Die beiden Abteilungen sind örtlich aber nicht funktional miteinander verbunden.

Im Vorrichtungsbau werden Vorrichtungen zur Fertigung von Schienenfahrzeugen geschweißt sowie Transportvorrichtungen hergestellt.

Auch werden im Sinne einer Betriebsschlosserei Reparaturarbeiten aller Art durchgeführt. Die verarbeiteten Materialien sind meist Baustähle. Gelegentlich werden auch Edelstähle und Aluminium verarbeitet.

In der mechanischen Fertigung werden Bauteile für Schienenfahrzeuge maschinell gefertigt. Hierbei findet meist spanabhebende Formgebung und Nachbearbeitung mittels Bohr-, Schleif- und Fräsmaschinen statt.

Die mechanische Fertigung wurde wegen ihrer räumlichen Nähe zum Vorrichtungsbau und eventueller Stoffausbreitungen in diesen Bereich in die Betrachtungen miteinbezogen.

## **3.2. Arbeitsmethoden**

### **3.2.1. Schweißen**

Beim hier eingesetzten Fertigungsverfahren geht es hauptsächlich um Verbindungsschweißen. Hierbei werden die Teile durch Schweißnähte am Schweißstoß zum Schweißteil zusammengefügt. Mehrere Schweißteile ergeben die Schweißgruppe und mehrere Schweißgruppen die Schweißkonstruktion.

Die Verbindung erfolgt durch das Erwärmen der Stoßstellen bis in den Schmelzbereich (Schmelzschweißen) unter Zusetzen von artgleichem Werkstoff (Zusatzwerkstoff) mit gleichem oder nahezu gleichem Schmelzbereich wie die zu verbindenden Werkstoffe. An der Stoßstelle ist also eine flüssige Zone vorhanden, die nach dem Erkalten zur Schweißnaht wird.

[1] (Dubbel, 2005) G 3

Es werden derzeit rund 150 verschiedene, genormte Schweißverfahren und verwandte Technologien unterschieden. Angesichts dieser Fülle werden nur die zum Einsatz kommenden Schweißtechnologien erläutert.

### **Schweißzusatz (Zusatzwerkstoffe)**

Es werden drahtförmige Schweißzusatzstoffe verarbeitet, die bedingt durch Spannung und Strom abschmelzen und somit als Elektrode wirken. Deshalb werden diese Schweißzusätze auch als Massivdrahtelektrode bezeichnet.

Die verwendeten Zusatzwerkstoffe werden im Kapitel 3.3 Stähle und Zusatzwerkstoffe erläutert.

### **Hilfsstoffe**

Der Hauptanwendungszweck der Hilfsstoffe ist es dem Schweißbad besondere Eigenschaften zu verleihen und es vor unerwünschten Einflüssen der Umgebungsatmosphäre zu schützen. [2] (Zschiesche; 2009) S 895 - 896

Als Schutzgas wird ein Gasgemisch aus Argon, Kohlendioxid (bis 18 %) und Sauerstoff (bis 5 %) eingesetzt.

Um die wirtschaftlichen und verfahrenstechnischen Nachteile von inerten Gasen wie z. B. Argon (hoher Preis, Porenbildung bei einigen Werkstoffen) und der Kohlensäure (Spritzen, Abbrand von Legierungselementen) zu reduzieren, kommen - wie angeführt – Gasgemische zum Einsatz.

---

[1] Grote, Karl Heinrich (Hrsg.) ; Feldhussen, Jörg (Hrsg.): Dubbel : Taschenbuch für den Maschinenbau. - 21. Aufl. Berlin : Springer, 2005

[2] Zschiesche, Wolfgang: Medizinisches Lexikon der beruflichen Belastungen und Gefährdungen : Schweißen. – 2. Aufl. Wiesbaden : Universum, 2009

## **Angewandtes Schweißverfahren**

Es kommt das Metall-Aktivgasschweißen mit Mischgas (MAGM) zur Anwendung. Dieses Verfahren zählt zu den Schutzgasschweißverfahren.

Das Verfahren ist für unlegierte, niedrig legierte und einige hoch legierte Stähle aller Blechdicken und in allen Schweißpositionen geeignet.

[1] (Dubbel, 2005) G 3

Beim MAG – Schweißverfahren entstehen Schadstoffe die sich aus Zusatzwerkstoff, Grundwerkstoff, Schutzgasen, Beschichtungen, Verunreinigungen der Umgebungsluft sowie deren thermisch-chemischen Zersetzungsprodukten zusammensetzen.

Die Emissionsrate wird mit 2 - 25 mg / s angegeben. Art und Menge der Schadstoffe werden durch die eingesetzten Werkstoffe, Oberflächenbeschichtungen und Verunreinigungen, Strom, Spannung, Stromart, Elektrodendurchmesser, Art der Umhüllung, Elektrodenanstellwinkel sowie Art der Schweißung beeinflusst.

[3] (VDI 2262, 2009) Anhang C

Bei der Nachbearbeitung der Schweißnähte durch Schleifen entstehen abhängig von den eingesetzten Werkstoffen schadstoffhaltige Stäube.

### **3.2.2. Sandstrahlen**

Ziel der Strahlarbeiten ist es oberflächlich Material abzutragen um Schweißspritzer und Schmutz zu entfernen und eine aktive Oberflächenstruktur zu schaffen die eine verbesserte Haltbarkeit der Lackierung sicherstellt.

## **Funktionsweise**

Mittels eines Kompressors wird ein starker Luftstrahl erzeugt, der ein Strahlmittel aus einem Sammelbehälter mitführt.

Das so entstandene Sand-/ Luftgemisch wird in 2 Sandstrahlboxen mit Druck (3 – 7

---

[3] Norm VDI 2262 Blatt 3 Entwurf: Minderung der Exposition durch luftfremde Stoffe, 2009

bar) über ein spezielles Schlauch- und Düsensystem auf die zu behandelnde Oberfläche aufgebracht. Aufgrund der abrasiven Wirkung des Strahlmittels werden Teile der Oberfläche herausgelöst und schließlich abgetragen.

### **Strahlmittel**

Als Strahlmittel findet bei den Edelstählen Normalkorund mit einer Nennkorngroße von 600 – 850 µm und bei den Baustählen Hartguss mit einer Nennkorngroße: 400 – 800 µm Verwendung.

### **Nachteile des Sandstrahlens**

Das hohe Aufkommen an kontaminiertem Strahlmittel gilt als der Hauptnachteil des Sandstrahlens.

Überdies ist es meistens nicht mehr aufbereitbar und sorgt dadurch für eine hohe Umweltbelastung mit den damit verbundenen Kosten.

Die hohen Staubemissionen sind ein Problem für die Arbeitssicherheit.

[4] (Sandstrahlen, 2010) Internet

## **3.3. Stähle und Zusatzwerkstoffe**

Als Strukturmaterialien beim Fügen von Tragekonstruktionen für Vorbaumodule von Straßen-/Stadtbahnen werden folgende Materialien eingesetzt.

In ca. 10 % der Einsatzfälle wird ein hochlegierter Stahl mit der Bezeichnung X5 CrNi 18-10 eingesetzt.

Sein Kohlenstoffanteil beträgt 0,05 %. Der Chromanteil beträgt 18 % und der Nickelanteil 10 %.

Aufgrund seines relativ hohen Nickelanteils wird er gemäß Norm als nichtrostender Stahl („NIROSTA“) mit einem Nickelgehalt größer als 2, 5 % klassifiziert.

---

[4] Nomen, N. <[info@wikimedia.org](mailto:info@wikimedia.org)> : Sandstrahlen. URL: <<http://de.wikipedia.org/wiki/Sandstrahlen>>, verfügbar am 17.10.2010

Zusätzlich wird ein hochlegierter Stahl mit der Bezeichnung X2 CrNi12 mit einem Kohlenstoffgehalt von 0,02 % und einem Chromgehalt von 12 % mit geringen Mengen an Nickel verwendet.

In einer Einteilung nach Hauptgüteklassen wird er normgemäß als nichtrostender Stahl mit einem Nickelgehalt kleiner als 2,5 % bezeichnet.

Dieser Stahl kommt in ca. 90% der Einsatzfälle an den Schweißkonstruktionen bei den zur relevanten Zeit gefertigten Projekten Manchester und Linz zum Einsatz.

Ebenfalls wird er bei der Fertigung von Wagenkästen im angrenzenden Baustahlbereich bei den Projekten WLB und U6 mit Anteilen zwischen ca. 20 % und 40 % an der Gesamtkonstruktion eingesetzt.

Hierbei werden bereits aus diesem Werkstoff gefertigten Baugruppen (z. B. Dach) mit der aus einem wetterfesten Baustahl mit der Bezeichnung S355J2G1W gefertigten Grundkonstruktion verbunden.

Der angeführte Baustahl hat keine nennenswerten Chrom- und Nickelzusätze.

[5] (EN 10027-1/2, 2005); [6] (EN 10020, 2002)

Folgende Massivdrahtelektroden mit den Bezeichnungen G 19 9 L Si, G 19 9 L, G 42 4 M G0 und 102312 IG werden als Zusatzwerkstoff verwendet.

Die beiden in der nachfolgenden Tabelle Erstgenannten haben einen Chromanteil von 20 % und einen Nickelanteil von 10,2 % und werden mit den nichtrostenden Stählen verarbeitet. Der letztgenannte Schweißzusatz wird mit dem wetterfesten Baustahl verarbeitet und hat einen Nickelanteil von 0,9 % und keine Chromanteile. Bei den Baustahl- / Edelstahlverbindungen wird der Zusatzwerkstoff 102312 IG verwendet, der einen Chromanteil von 23,2 % und einen Nickelanteil von 12,5 % aufweist. [7] (Böhler Welding, 2009)

---

[5] Norm DIN EN 10027-1,2: Bezeichnungssysteme für Stähle, 2005

[6] Norm DIN EN 10020: Begriffsbestimmungen für die Einteilung der Stähle, 2002

[7] Böhler Schweißtechnik Austria GmbH: Wissenswertes für den Schweißer - Kapfenberg, 2009.



Tabelle 1: Verwendete Werkstoffe

Werkstoff	Bezeichnung	Art	Cr-Anteil [%]	Ni-Anteil [%]	Anteil. / Projekt	Objekt
1.4003	X2 CrNi12	GW <sub>1</sub>	10,5 – 12,5 <sup>[8]</sup>	0,30 – 1,00 <sup>[8]</sup>	90 % / Manchester 90 % / Linz	Edelstahlbereich
G 19 9 L Si	-	ZW <sub>1</sub>	20,0 <sup>[7]</sup>	10,2 <sup>[7]</sup>	-	Edelstahlbereich
1.4301	X5 CrNi 18-10	GW <sub>2</sub>	17,5 – 19,5 <sup>[8]</sup>	8,0 – 10,5 <sup>[8]</sup>	10 % / Manchester 10 % / Linz	Edelstahlbereich
G 19 9 L	-	ZW <sub>2</sub>	20,0 <sup>[7]</sup>	10,2 <sup>[7]</sup>	-	Edelstahlbereich
1.4003 1.8963	X2 CrNi12 S355J2G1W	GW <sub>1</sub>	10,5 – 12,5 <sup>[8]</sup> 0,35 – 0,85 <sup>[9]</sup>	0,30 – 1,00 <sup>[8]</sup> 0,70max <sup>[9]</sup>	40 % / WLB 20 % / U6	Baustahlbereich
102312 IG	-	ZW	23,2 <sup>[7]</sup>	12,5 <sup>[7]</sup>	-	Baustahlbereich
1.8963	S355J2G1W	GW <sub>3</sub>	0,35 – 0,85 <sup>[9]</sup>	0,70max <sup>[9]</sup>	60 % / WLB 80% / U6	Baustahlbereich
G 42 4 M G0	-	ZW <sub>3</sub>	0,0 <sup>[7]</sup>	0,9 <sup>[7]</sup>	-	Baustahlbereich

[8] Norm DIN EN 10088-3: Nichtrostende Stähle : Technische Lieferbedingungen für Halbzeug, Stäbe, Walzdraht, gezogenen Draht, Profile und Blankstahlerzeugnisse aus korrosionsbeständigen Stählen für allgemeine Verwendung, 2005

[9] Norm DIN EN 10025-5: Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen : Technische Lieferbedingungen für wetterfeste Baustähle, 2004

### 3.4. Medizinische Definitionen und Beurteilung

Im folgenden Abschnitt werden die Problemwerkstoffe und -elemente medizinisch definiert und beurteilt.

#### 3.4.1. Chrom

Zu den arbeitsmedizinisch wichtigsten Verbindungen gehören:

- Zinkchromat ( $\text{ZnCrO}_4$ )
- Calciumchromat ( $\text{CaCrO}_4$ )
- Natriumchromat ( $\text{Na}_2\text{CrO}_4$ )
- Natriumdichromat ( $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ )
- Kaliumdichromat ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ )
- Chrom (VI) – Oxid ( $\text{CrO}_3$ )
- Organische Chromverbindungen

Organische Chromverbindungen haben große Bedeutung für körperliche Stoffwechselprozesse (Bildung des Glukose – Toleranzfaktors) und finden sich als Spurenelement (täglicher Bedarf 50 – 20 µg) im ganzen Körper.

#### Belastende Tätigkeiten

Ein spezielles berufliches Gefährdungspotenzial durch Chrom und seine Verbindungen besteht bei:

- Herstellung und Verarbeitung von chromhaltigen Werkstücken (Cr (0))
- Umgang mit chromhaltigen Lösungen bei Oberflächenveredelung (Cr (III)) oder (Cr (VI))
- Chemischen Industrie
- Herstellung von Feuerwerkskörpern
- Thermische Bearbeitung chromhaltiger Werkstücke (Schweißen, Brennschneiden, Laserschweißen) hierbei können durch die Einwirkung

von Sauerstoff (Luft) und Prozesswärme unbeabsichtigt Chrom (VI) – Verbindungen entstehen.

### **Gefahrenpotenziale**

Chrom (VI) – Verbindungen sind eindeutig als die Gefährlichsten anzusehen da sie

- Toxisch [giftig]
- Allergen [z. B. hautverändernd]
- Kanzerogen [krebserzeugend]

wirken können.

Bei vielen Arbeitsvorgängen muss von einer Mischexposition mit verschiedenen Chromarten ausgegangen werden.

Beispielsweise ist in der metallverarbeitenden Industrie global mit krebserzeugenden (Chrom-/ Nickelverbindungen), giftigen (Chrom, Kobalt, Wolfram) und hautverändernden (Chromate / Lösemittel) Mehrfachbelastungen zu rechnen.

### **Aufnahme [Inkorporation]**

#### ***Atemwege***

Chrom und seine Verbindungen werden hauptsächlich über die Atemwege in Form von Stäuben und / oder Aerosolen aufgenommen.

Größerer Partikel lagern sich im oberen Atemtrakt ab und werden, wenn sie sich nicht selbst lösen, über bronchiale [mukoziliare] Reinigungsmechanismen in der Form von Schleim in den Rachenraum transportiert, wo sie - sofern sie nicht ausgespuckt werden - durch Schlucken in den Verdauungstrakt überführt werden.

Bis zu 70 % der kleineren Partikel ( $<2\ \mu\text{m}$ ) werden in den Alveolen resorbiert.

#### ***Haut und Magen - Darmtrakt***

Abhängig von der chemischen Verbindung werden bis zu 2 % der Chrombelastungen über den Magen - Darmtrakt oder die Haut inkorporiert.

Die Resorption über die Haut und den Magen - Darmtrakt ist bei metallischem Chrom zu vernachlässigen

Chrom (VI) wird leicht durch Zellwände transportiert. 80 % der aufgenommenen Menge lagern sich an die roten Blutkörperchen [Erythrozyten] ab die als Sauerstoffträger fungieren.

Das Chrom (III) – Kation bindet sich im Blut hauptsächlich an Serumproteine.

Der nicht vom Blut aufgenommene Rest lagert sich, vor allem in der Niere, Leber, Gehirn oder auch schon im Lungengewebe [Lungenparenchym] ab.

In den Zellen erfolgt die chemische Umwandlung von Chrom (VI) zu Chrom (III) sowie eine Bindung an zelluläre Bestandteile.

Chrom – Ionen können die Plazentaschranke passieren und so in die Muttermilch gelangen.

### **Ausscheidung**

Chrom wird vorwiegend über die Niere [renal] mittels des Urins ausgeschieden. Bei Chrom (VI) erfolgt dieser Ausscheidungsprozess in einem zweiphasigen Verlauf. Die erste Phase verläuft rasch und ist gefolgt von einer langsamen Phase, die erst nach Wochen erfolgt.

Die Ausscheidung mit den Exkrementen [Fäzes] spielt nur nach oraler Aufnahme eine Rolle.

### **Krankheitsbilder**

#### ***Akut - toxische Wirkungen***

Die toxischen [giftigen] Wirkungen von Chrom (VI) – Verbindungen beruhen hauptsächlich auf den im sauren Milieu stark oxidierenden Eigenschaften und der damit verbundenen Zellschädigung.

Inhalation [Einatmen] kann akute Reizerscheinungen im Bereich der oberen Luftwege verursachen. Zudem können Dämpfe, Stäube und Rauche Bindehautentzündungen und Hornhautschäden hervorrufen.

Zudem wurde bei oraler Aufnahme, aber auch bei der Aufnahme über die Haut [perkutaner Aufnahme] über Gelbverfärbung der Mundschleimhaut, Übelkeit und Erbrechen berichtet.

### ***Chronisch - toxische Wirkungen***

Bei bestehenden Hautverletzungen oder kleinen Hauteinrissen können sich infolge der direkt ätzenden Wirkung von Chrom (IV) – Verbindungen auch schlecht heilende Chromatgeschwüre [Ulzera] entwickeln. Im Magen - Darmtrakt können Schluckbeschwerden oder blutige Diarrhoen auftreten.

Infolge akuter großflächiger Hautkontamination mit Chrom (VI) – Verbindungen wurden außerdem Schädigungen des Nierengewebes [Tubulusnekrosen] beobachtet.

Nach wochen- oder monatelanger Exposition treten typischerweise schmerzlose Veränderungen der Nasenscheidewand (Entzündung, Perforation, Geschwüre [Ulzeration]) auf.

Neben „Chromatgeschwüren“ und Hautentzündungen [Dermatitiden] können aus einer chronischen Exposition mit Chrom (VI) – Verbindungen Magenentzündung [Gastritiden], Magengeschwüre [Magenulzera], Geschwüre in der Darmschleimhaut [ulzeröse Enteropathie] und obstruktive Atemwegserkrankungen resultieren.

Chrom (III) – Verbindungen gelten nach allgemeiner Erfahrung nur als gering toxisch. Vereinzelt sind auch im Zusammenhang mit Chrommetall Erkrankungen des Lungengewebes [Lungenfibrosen] beschrieben worden.

**Allergische Wirkungen**

Sensibilisierung durch Hautkontakt führt zur „Chromallergie“ (Typ – IV – Allergie). Derartige Kontaktekzeme traten früher gehäuft bei Bauarbeitern als so genannte „Zementkrätze“ auf.

**Kanzerogene Wirkung**

Auch noch Jahre nach dem Wegfall der beruflichen Belastung, meist infolge langjähriger Einwirkung, können bösartige [maligne] Tumore der oberen und unteren Atemwege entstehen.

Für den krebsauslösenden Pathomechanismus soll unter anderem die Reduktion von sechswertigem zu dreiwertigem Chrom ausschlaggebend sein.

Zudem spielt die Löslichkeit der jeweiligen Chrom (VI) – Verbindung bei der Kanzerogenese eine Rolle.

Schwer lösliche Verbindungen, wie Zinkchromat, Calciumchromat, Strontiumchromat und Chrom (III) – Chromat haben ein höheres kanzerogenes Potenzial als Alkalichromate, Bleichromat oder Chromsäure.

Für Zinkchromat gilt die kanzerogene Wirkung als gesichert und es wird in der Liste krebserzeugender Arbeitsstoffe in der Kategorie A, *„Eindeutig als krebserzeugend ausgewiesene Arbeitsstoffe, in der Subkategorie A1 Stoffe, die beim Menschen erfahrungsgemäß bösartige Geschwülste verursachen“*, geführt.

[10] (GKV 2007), Anhang III

Chrom (VI) – Verbindungen in Form von Staub und Aerosolen werden in der Liste krebserzeugender Arbeitsstoffe in der Subkategorie A2 geführt.

[10] (GKV 2007), Anhang III

Hier sind Stoffe aufgelistet, die sich bislang nur im Tierversuch als krebserzeugend erwiesen haben, und zwar unter Bedingungen, die der möglichen Exponierung des Menschen am Arbeitsplatz vergleichbar sind bzw. aus denen Vergleichbarkeit

---

[10] GKV 2007 : Grenzwertverordnung. (idF v. 11.09.2007)

abgeleitet werden kann.

Ausgenommen hiervon sind die in Wasser praktisch unlösliche Verbindungen wie z. B. Bleichchromate, die in der Subkategorie B, „*Stoffe mit begründetem Verdacht auf Krebs erzeugendes Potenzial*“, aufgelistet sind.

Chrom (III) – Verbindungen gelten nach allgemeiner Erfahrung nicht als kanzerogen.

[11] (Egerer, Mayer – Popken, 2009), S. 261 – 263

### **Anerkennung als Berufskrankheit**

Berufsbedingte Erkrankungen durch Chrom oder seine Verbindungen werden in Österreich als Berufskrankheit gemäß § 177 (1) und Anlage 1 des Allgemeinen Sozialversicherungsgesetzes (ASVG) anerkannt. [12] (ASVG, 2010)

---

[11] Egerer, Ellen; Mayer-Popken, Otfried: Medizinisches Lexikon der beruflichen Belastungen und Gefährdungen : Chrom. – 2. Aufl. Wiesbaden : Universum, 2009

[12] ASVG : Allgemeines Sozialversicherungsgesetz. (idF v. 14.12.2010)

### 3.4.2. Nickel

An einzelnen Arbeitsplätzen kann nicht nur eine Exposition gegenüber metallischem Nickel, sondern auch gegenüber Nickelverbindungen bestehen.

Der hauptsächliche Verwendungszweck für Nickel ist als Legierungselement bei der Stahlveredelung.

Im täglichen Leben finden sich Nickellegierungen sehr häufig in folgenden Formen:

- Schmuck
- Kochgeschirr
- Werkzeug
- Brillen
- Münzen
- Türgriffe
- Jeansknöpfe

### Belastende Tätigkeiten

Eine Belastung bzw. Gefährdung durch Nickel und seinen Verbindungen besteht in Abhängigkeit des Massegehalts insbesondere bei folgenden Arbeitsverfahren:

- Metall Schutzgasschweißen und Lichtbogenschweißen mit hoch legierten Zusatzwerkstoffen, mit einem Massegehalt von mehr als 5 % Nickel insbesondere in engen Räumen, z. B. in kleinen Kellerräumen, Stollen, Rohrleitungen, Schächten, Tanks, Kessel und Behältern, Kofferdämmen und Doppelbodenzellen in Schiffen oder ohne örtliche Absaugung in ungenügend belüfteten Bereichen.
- Plasmaschmelz- und Laserstrahlschneiden, von Werkstoffen mit einem Nickel - Massegehalt von 5 % oder mehr.
- Thermisches Spritzen (Flamm-, Lichtbogen-, Plasmaspritzen) mit Spritzzusätzen mit einem Nickel - Massegehalt von mehr als 5 %.



- Schleifen von Nickel und von Nickellegierungen mit einem Nickel-Massengehalt von mehr als 5 % (z. B. Magnete).
- Abbrucharbeiten an Produktionsanlagen für Nickel und seine Verbindungen.

### **Gefahrenpotenziale**

Nickel und seine Verbindungen sind eindeutig als gefährlich anzusehen, da sie

- Toxisch [giftig]
- Allergen [z. B. hautverändernd]
- Kanzerogen [krebserzeugend]

wirken können.

Nickel ist eines der häufigsten Kontaktallergene. Wenn eine individuelle allergische Disposition gegeben ist, besteht eine Gefährdung unter anderem auf sämtlichen Arbeitsplätzen, an denen direkter Hautkontakt zu nickelhaltigen Metallen besteht.

Ein besonders hohes Gefährdungspotenzial ist dort gegeben, wo neben dem Kontakt mit nickelhaltigen Metallen auch Einflussfaktoren (z. B. Feuchtarbeit) bestehen, die die oberste Schicht der Haut [epidermale Barriere] beschädigen oder zerstören.

In Form von Stäuben und Aerosolen kann Nickel und seine Verbindungen sowohl Lungen- als auch der Nasenhaupt- und Nebenhöhlenkrebs verursachen.

### **Aufnahme [Inkorporation])**

#### ***Atemwege***

Nickel und seine Verbindungen werden hauptsächlich über die Atemwege in Form von Stäuben und / oder Aerosolen aufgenommen.

Im Zuge der Exposition zu Nickelstäuben am Arbeitsplatz kann es zu erheblichen Ansammlungen von nickelhaltigem Staub in der Lunge kommen.

#### ***Haut und Magen - Darmtrakt***

Nickeltetracarbonyl kann auch über die Haut [dermal] aufgenommen werden.

Metallisches Nickel wird praktisch nicht über die Haut aufgenommen. Über den Magen - Darmtrakt werden nur relativ geringe Mengen resorbiert.

### **Ausscheidung**

Die Ausscheidung erfolgt hauptsächlich über den Harn, wobei jedoch alle Körpersekrete Nickelspuren aufweisen können.

Der Schätzwert für die Halbwertszeit von Nickel im Blutplasma liegt beim Menschen bei 20 – 34 Stunden.

### **Krankheitsbilder**

#### ***Akut - toxische Wirkung***

Eine akut toxische Wirkung gibt es nur bei Nickeltetracarbonyl, das vorwiegend in der Nickelraffination entsteht und somit hier nicht relevant ist.

#### ***Chronisch - toxische Wirkung***

Nach inhalativer Aufnahme von Nickel und seinen Verbindungen werden vereinzelt auch Schädigungen der oberen Atemwege (u. a. Schnupfen [Rhinitis], Lochbildung in der Nasenscheidewand [Septumperforation], Nebenhöhlenentzündungen [Sinusitis]) und Erkrankungen der tieferen Atemwege (u. a. Bronchitis, asthmatische Erkrankungen, Erkrankungen des Lungengewebes [Lungenfibrosen]) beobachtet.

#### ***Allergische Wirkung***

Im Bereich der Haut werden in Abhängigkeit der individuellen Disposition nach direktem Kontakt mit Nickel gehäuft allergische Kontaktekzeme im Sinne einer Typ – IV – Allergie nach Coombs und Gell (allgemein verzögerter Typ) beobachtet.

#### ***Kanzerogene Wirkung***

Für Nickel (Staub / Aerosole von Nickelmetall, Nickelsulfid und sulfidischen Erzen, Nickeloxid und Nickelcarbonat) gilt die kanzerogene Wirkung als gesichert und werden in der Liste krebserzeugender Arbeitsstoffe in der Kategorie A, „*Eindeutig als*

*krebserzeugend ausgewiesene Arbeitsstoffe, in der Subkategorie A1 Stoffe, die beim Menschen erfahrungsgemäß bösartige Geschwülste verursachen“, geführt.*

[10] (GKV 2007), Anhang III

Nickel und seine Verbindungen verursachen im Bereich der Atemwege bösartige Tumore [Malignome] an der Lunge, sowie den Nasenhaupt- und Nebenhöhlen. Bis zum Auftreten dieser bösartigen Tumore kann eine Zeitspanne von bis zu 30 Jahren oder mehr vergehen.

Offen ist derzeit noch ob Nickel und seine Verbindungen Krebserkrankungen an anderen Körperstellen verursachen können.

In diesem Zusammenhang sind Kehlkopfkarzinome zu nennen, bei denen der ursächliche Zusammenhang mit beruflicher Nিকেlexposition epidemiologisch noch nicht eindeutig gesichert ist.

[13] (Letzel / Schupp, 2009) S 724 – 726

### **Anerkennung als Berufskrankheit**

Berufsbedingte Erkrankungen durch Nickel und seine Verbindungen werden in Österreich als Berufskrankheit gemäß § 177 (1) und Anlage 1 des Allgemeinen Sozialversicherungsgesetzes anerkannt. [12] (ASVG, 2010)

#### **3.4.3. Aerosole**

Aerosole sind mehrphasige Systeme von Gasen, insbesondere Luft und darin dispers verteilten partikelförmigen Feststoffen oder Flüssigkeiten.

Am Arbeitsplatz können

- Stäube
- Rauche
- Nebel

vorkommen. [14] (DFG, 2003) MAK / BAT – Werte – Liste ; [15] (Greim, 2003)

---

[13] Letzel, Stephan ; Schupp, Marion: Medizinisches Lexikon der beruflichen Belastungen und Gefährdungen : Nickel. – 2. Aufl. Wiesbaden : Universum, 2009

## Stäube

*„Stäube sind disperse Verteilungen fester Stoffe in Gasen, insbesondere Luft, entstanden durch mechanische Prozesse oder durch Aufwirbeln.“* [14] (DFG, 2003) MAK / BAT – Werte – Liste ; [15] (Greim, 2003)

Staub im arbeitstechnischen Sinn entsteht durch natürliche oder menschliche / maschinelle Prozesse. Die Korngröße von 0,12 mm (120 µm) wird dabei nicht überschritten.

Diese Grenze ergibt sich aus der physiologischen Gegebenheit, dass beim Atmen erst Staub kleiner oder gleich dieser Korngröße vom Körper aufgenommen wird. Dieser lagert sich im Rachenraum und den oberen Atemwegen sowie in den Alveolen ab.

Die Grenze nach unten hin ist größer 0 µm jedoch ist die messtechnische Erfassung begrenzt.

[16] (Fischer, 1986) S. 415

## Rauche

Rauche sind die feinsten disperse Verteilungen fester Stoffe in Gasen, insbesondere Luft, entstanden durch thermische Prozesse wie zum Beispiel:

- Schweißrauch
- Metalloxidrauch
- Ruß
- Flugasche

oder chemische Prozesse (z. B. Reaktion von Ammoniak mit Chlorwasserstoff). [14] (DFG, 2003) MAK / BAT – Werte – Liste ; [15] (Greim, 2003)

## Ultrafeine Partikel

*"Ultrafeine Partikel unter Einbeziehung ihrer Aggregate und Agglomerate sind als*

---

[14] Deutsche Forschungsgemeinschaft, Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe DFG (Hrsg.): MAK- und BAT – Werte – Liste 2003, - Mitteilung 39. Weinheim : Wiley–VCH, 2003

[15] Greim, H (Hrsg.): Staubarten. Gesundheitsschädliche Arbeitsstoffe : Toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründungen von MAK – Werten. - Lfg.34. Weinheim : Wiley–VCH, 2003

[16] Fischer, Berthold: Angewandte Arbeitsmedizin Band I : Industriestäube. – 1. Aufl. Wien : Maudrich, 1986

*Bestandteil von Stäuben oder Rauchen durch einen Diffusions - Äquivalentdurchmesser < 100 nm gekennzeichnet. Die Partikel entstehen im Wesentlichen bei Verbrennungsprozessen und Gasphasenreaktionen“ [14] (DFG, 2003)*  
MAK / BAT – Werte – Liste ; [15] (Greim, 2003)

## **Belastende Tätigkeiten**

Nach der Entstehungsart werden Industriestäube in zwei Kategorien geteilt:

Stäube die als unangenehme Begleiterscheinung von Be- und Verarbeitungsprozessen wie zum Beispiel: Sieben, Brechen, Sandstrahlen und Schleifen entstehen.

Herstellung von Gütern in Staubform (z. B. Gips)

[16] (Fischer, 1986) S. 415

## **Gefahrenpotenziale**

Im Bereich der Atmungsorgane können partikelförmige Arbeitsstoffe zu Erkrankungen führen.

Die wesentlichen Ursachen dafür sind:

- Akut – toxische Wirkung
- Chronisch – toxische Wirkung
- Kanzerogene Wirkung
- Fibrogene Wirkung
- Überladungseffekte

Die Wirkung wird wesentlich vom Ablagerungsort der eingeatmeten Partikel im Atemtrakt bestimmt.

Die Ablagerung der Partikel und Tröpfchen und die Intensität und Geschwindigkeit der Wirkungen wird über die Geometrie der Oberfläche, chemische Zusammensetzung, Biobeständigkeit und die hygroskopischen Eigenschaften bestimmt.

Bei allen Aerosolen aus ultrafeinen Partikeln spielen die Löslichkeit, die große spezifische Oberfläche und die Aufnahme in die Zelle eine besondere Rolle. Diese Eigenschaften können zusätzliche toxikologisch relevante Wirkungen entfalten. Für die Wirkung der Partikel sind die Größe der Partikeloberfläche und die Anzahl der Partikel wesentlicher als ihre Masse.

[17] (Schaller, 2009) S. 40 – 41

### ***Einteilung der Industriestäube nach dem Gefährdungspotenzial***

- Allgemeine Stäube [Inertstäube]
- Toxische [giftige] Stäube
- Fibrogene Stäube
- Kanzerogen [krebserzeugende] Stäube

#### ***Allgemeine [inerte] Stäube***

Sie sind weder karzinogen, noch toxisch bzw. silikogen und man kann sie deshalb als die harmloseste Staubart bezeichnen obwohl sie Überladungseffekte verursachen können.

#### ***Giftige [toxische] Stäube***

Hierzu zählen chemische Substanzen in Staubform insbesondere der größte Teil der Buntmetalle.

In dieser Gruppe finden sich viele chemische Elemente und Ihre Verbindungen in Staubform. Quantitativ sind vor allem Blei, Antimon, Kupfer, Zinn, Zink und Quecksilber zu nennen.

Werden diese Stäube über die Atemwege inkorporiert, treten mehr oder minder ausgeprägte Krankheitssymptome auf. Dies gilt für die gesamte Fraktion und nicht nur für die lungengängige Fraktion.

#### ***Fibrogene Stäube***

*„Als fibrogene Stäube werden Aerosole einschließlich Tröpfchen, die schwer lösliche*

---

[17] Schaller, Karl-Heinz: Medizinisches Lexikon der beruflichen Belastungen und Gefährdungen : Aerosole. – 2. Aufl. Wiesbaden : Universum, 2009

*Partikel enthalten, bezeichnet, die mit Bindegewebsbildung einhergehende Staublungenerkrankungen (z. B. Silikose) verursachen können. Voraussetzung für die Entstehung derartiger Erkrankungen ist die Deposition des Aerosols im Alveolarraum. Zur wirkungsbezogenen Beurteilung von fibrogenen Aerosolen ist daher die Konzentration der alveolengängigen Fraktion heranzuziehen.“ [14] (DFG, 2003) MAK / BAT – Werte – Liste ; [15] (Greim, 2003)*

Fast alle Stäube aus in der Natur vorkommenden Gesteinen (Mineralstäube) sind fibrogen.

### **Kanzerogene Stäube**

Kanzerogene Stäube werden in die metallische und die mineralische Gruppe eingeteilt.

Hier ist nur die metallische Gruppe relevant, wobei hier vor allem

- Chrom
- Nickel
- Arsen

zu nennen sind.

[16] (Fischer, 1986) S. 415

### **3.4.4. Grenzwert Vergleichsmessungen**

#### **Grenzwert Vergleichsmessung I vom 14.10.2008**

[18] (Wurst, 2008)

Am 14.10.2008 wurden unter anderem auch an den relevanten Arbeitsplätzen Grenzwertvergleichsmessungen an verschiedensten Stellen durchgeführt. Die Messungen der Konzentrationen an Partikeln, Partikelinhaltsstoffen und diversen dampfförmig vorliegenden Substanzen erfolgte, um die Umgebungsluft dieser Arbeitsplätze gemäß der Grenzwerte - Verordnung beurteilen zu können.

Dazu wurde eine Messstrategie ausgewählt, welche den jeweiligen konkreten Arbeitsabläufen entspricht und bei welchen mit definierten Arbeitsstoffen nach den tatsächlich betrieblichen Vorgaben für die Produktion hantiert wird.

Die zum Teil gewählte Simulation der Arbeitsvorgänge an Modellwerkstücken entspricht den realen Bedingungen; der Zeitraum der jeweiligen Tätigkeiten wurde mit den Probensammlungen abgestimmt.

#### ***Untersuchungsmethode***

##### **Staub und Staubinhaltsstoffe**

Zur Sammlung der partikelförmigen Anteile in der Umgebungsluft wurde das Filterkopfgerät nach BIA 3110, bestückt mit Quarzfaserfilter bzw. Teflonfilter in die angegebene Position gebracht. Die Metalle auf den beladenen Staubfiltern wurden nach Druckaufschluss gemäß VDI 3861, Bl. 2 analysiert. Die Beprobung und Auswertung erfolgte auch in Abstimmung mit der ÖNORM EN 13890.

---

[18] Wurst, Friedrich: Bericht über Arbeitsplatzmessungen bei Bombardier Transportations Austria GmbH & Co KG.- Losebl. –Ausgabe, Lfg. 12/08. Prot. Nr. 419/08. Stand: Oktober 2008 – Wien : FTU GmbH



**Resultate der Messungen****Tabelle 2: Resultate Vergleichsmessung I / 14.10.2008**

Objekt / Bereich	Probenentnahme	Zeit	Substanz	Messwerte [mg/m³]	Referenzwert [mg/m³]	Status
Schweißrauch Edelstahlschweißen	0,5 m über der Arbeitsfläche und 1,4 m über dem Boden mit Absaugung	15:20 – 15:25	Chrom	4,66	MAK TMW 2	Überschreitung
Schweißrauch Edelstahlschweißen	0,5 m über der Arbeitsfläche und 1,4 m über dem Boden mit Absaugung	15:20 – 15:25	Nickel	2,07	TRK TMW 0,5	Überschreitung
Schweißrauch Baustahlschweißen	Innerhalb der Karosserie, ca. 0,5 m über Schweißnaht mit Absaugung	14:01 – 14:09	Chrom	0,035	MAK TMW 2	OK
Schweißrauch Baustahlschweißen	Innerhalb der Karosserie, ca. 0,5 m über Schweißnaht mit Absaugung	14:01 – 14:09	Nickel	0,046	TRK TMW 0,5	OK
Schweißhalle Baustahlbereich	Halle Mitte, Gang, 1,6 m über Boden	14:22 – 14:37	Chrom	0,062	MAK TMW 2	OK
Schweißhalle Baustahlbereich	Halle Mitte, Gang, 1,6 m über Boden	14:22 – 14:37	Nickel	0,025	TRK TMW 0,5	OK

**Grenzwert - Vergleichsmessung II vom 14. 07. 2009**

[19] (Prey, 2009)

An definierten Arbeitsplätzen im Bereich des Schweißens von Edelstahl und Baustahl sowie im Bereich der Sandstrahlarbeiten wurden die Konzentrationen an Chrom, Chrom (VI) und Nickel im Bereich der Hallen und im unmittelbaren Bereich des Arbeitsplatzes festgestellt.

Im Bereich des Schweißens wurde je ein Messkopf zur Messung der Hallenluft im Bereich des Schweißens von Edelstahl und im Bereich des Schweißens von Baustahl aufgestellt und über einen Zeitraum von ca. 3 Stunden die Fraktion der lungengängigen Stäube gemessen. Darüber hinaus wurde in jedem Bereich für einen Schweißvorgang der Schweißrauch gemessen.

Die fertig geschweißten Werkstücke werden in einer Strahlkammer mit Korundmaterial gestrahlt und entgratet. Die Arbeiten in dieser Kammer werden von den Arbeitern in Schutzanzügen mit Fremdluftzufuhr durchgeführt.

Bei den Messungen sollte festgestellt werden:

- Die Belastung im Innenraum der Strahlkammer mit Chrom und Nickel während des Strahlvorganges.
- Die Belastung im inneren der Strahlkammer mit Chrom und Nickel innerhalb der ersten 10 min. nach Ende des Strahlvorganges.
- Die Belastung im Inneren der Strahlkammer mit Chrom und Nickel im Zeitraum zwischen 10 und 20 min. nach Ende des Strahlvorganges.
- Die Belastung der über eine Kompressorstation in den Schutzhelm eingespeisten Atemluft mit Chrom und Nickel.

---

[19] Prey, Theodor: Bericht über Arbeitsplatzmessungen bei Bombardier Transportations Austria GmbH & Co KG.- Losebl. -Ausgabe, Lfg. 07/09. Prot. Nr. 1157/09. Stand: Juli 2009. – Wien : FTU GmbH

## ***Untersuchungsmethoden***

### **Staub und Staubinhaltsstoffe**

Zur Sammlung der partikelförmigen Anteile in der Umgebungsluft wurde das Filterkopfgerät nach BIA 3110, bestückt mit Quarzfaserfilter in die angegebene Position gebracht.

Die Metalle auf den beladenen Staubfiltern wurden nach Druckaufschluss mit ICP-MS (VDI 3861, Bl. 2) analysiert. Die Beprobung und Auswertung erfolgte auch in Abstimmung mit der ÖNORM EN 13890. Chrom (VI) wurde nach EN 196-10 photometrisch im wasserlöslichen Anteil des Staubes bestimmt.

### **Filtergängige Metalle**

Im Bereich des Strahlvorganges wurden auch die Gehalte an filtergängigen Schwermetallen durch Nachschalten einer mit 5 %-iger Salpetersäure gefüllten Absorptionslösung bestimmt.

### **Strahlkammer während der Strahlarbeiten**

In der Strahlkabine wurden 3 Sammelapparaturen mit einer Entnahmehöhe von ca. 1,80 m über Boden in der Mitte der Halle seitlich versetzt aufgestellt.

Die Apparatur 1 war während des Strahlvorganges in Betrieb. Die Apparatur 2 wurde unmittelbar nach Ende des Strahlvorganges für 10 min eingeschaltet und danach wurde die Apparatur für weitere 10 min. eingeschaltet. Daraus ergibt sich der zeitliche Verlauf der Konzentrationen an Chrom, Chrom (VI) und Nickel über einen Arbeitsvorgang.

Die 1. Messung dauerte von 13:49 – 14:15 Uhr und wurde während normaler Sandstrahltätigkeit durchgeführt.

Von 14:16 – 14:28 Uhr wurde nicht gestrahlt und in der Zeit von 14:29 – 14:39 ebenfalls nicht.

Danach wurde die Strahlkammer geöffnet und das Werkstück manipuliert.

**Resultate der Messungen****Tabelle 3: Resultate Vergleichsmessung II / 14.07.2009 - Schweißer**

Bereich	Probenentnahme	Zeit	Substanz	Messwerte [mg/m <sup>3</sup> ]	Referenzwert [mg/m <sup>3</sup> ]	Status
Schweißrauch Edelstahlschweißen	0,5 m über der Arbeitsfläche und 1,4 m über Boden Schweißelektrode mit Absaugung	11:09 – 11:29	Chrom	2,54	MAK TMW 2	Überschreitung
Schweißrauch Edelstahlschweißen	0,5 m über der Arbeitsfläche und 1,4 m über Boden Schweißelektrode mit Absaugung	11:09 – 11:29	Chrom (VI)	< 0,0015	TRK TMW 0,05	OK
Schweißrauch Edelstahlschweißen	0,5 m über der Arbeitsfläche und 1,4 m über Boden Schweißelektrode mit Absaugung	11:09 – 11:29	Nickel	0,99	TRK TMW 0,5	Überschreitung
Schweißhalle Edelstahlbereich	Halle Mitte, seitlich vom Gang, 1,8 m über Boden	09:55 – 12:51	Chrom	0,112	MAK TMW 2	OK
Schweißhalle Edelstahlbereich	Halle Mitte, seitlich vom Gang, 1,8 m über Boden	09:55 – 12:51	Chrom (VI)	< 0,0015	TRK TMW 0,05	OK
Schweißhalle Edelstahlbereich	Halle Mitte, seitlich vom Gang, 1,8 m über Boden	09:55 – 12:51	Nickel	0,012	TRK TMW 0,5	OK

Bereich	Probenentnahme	Zeit	Substanz	Messwerte [mg/m <sup>3</sup> ]	Referenzwert [mg/m <sup>3</sup> ]	Status
Schweißhalle Edelstahlbereich	In der Mitte der Halle, seitlich vom Gang. Am Boden sedimentierter Staub wurde zusammengekehrt.	09:55 – 12:51	Chrom sedimentierter Staub	45032,0	n.a.	n.a.
Schweißhalle Edelstahlbereich	In der Mitte der Halle, seitlich vom Gang. Am Boden sedimentierter Staub wurde zusammengekehrt.	09:55 – 12:51	Chrom (VI) sedimentierter Staub	< 0,001	n.a.	n.a.
Schweißhalle Edelstahlbereich	In der Mitte der Halle, seitlich vom Gang. Am Boden sedimentierter Staub wurde zusammengekehrt.	09:55 – 12:51	Nickel sedimentierter Staub	2661,0	n.a.	n.a.
Schweißrauch Baustahlschweißen	ca. 0,5 m über Schweißnaht Schweißelektrode mit Absaugung	11:09 – 11:29	Chrom	0,057	MAK TMW 2	OK
Schweißrauch Baustahlschweißen	ca. 0,5 m über Schweißnaht Schweißelektrode mit Absaugung	11:09 – 11:29	Chrom (VI)	< 0,0015	TRK TMW 0,05	OK
Schweißrauch Baustahlschweißen	ca. 0,5 m über Schweißnaht Schweißelektrode mit Absaugung	11:09 – 11:29	Nickel	0,309	TRK TMW 0,5	OK
Schweißhalle Baustahlbereich	Halle Mitte, seitlich vom Gang, 1,8 m über Boden	09:55 – 12:51	Chrom	0,082	MAK TMW 2	OK
Schweißhalle Baustahlbereich	Halle Mitte, seitlich vom Gang, 1,8 m über Boden	09:55 – 12:51	Chrom (VI)	< 0,0015	TRK TMW 0,05	OK
Schweißhalle Baustahlbereich	Halle Mitte, seitlich vom Gang, 1,8 m über Boden	09:55 – 12:51	Nickel	0,018	TRK TMW 0,5	OK

Bereich	Probenentnahme	Zeit	Substanz	Messwerte [mg/m <sup>3</sup> ]	Referenzwert [mg/m <sup>3</sup> ]	Status
Schweißhalle Baustahlbereich	In der Mitte der Halle, seitlich vom Gang. Am Boden sedimentierter Staub wurde zusammengekehrt	09:55 – 12:51	Chrom sedimentierter Staub	1310,0	n.a.	n.a.
Schweißhalle Baustahlbereich	In der Mitte der Halle, seitlich vom Gang. Am Boden sedimentierter Staub wurde zusammengekehrt	09:55 – 12:51	Chrom (VI) sedimentierter Staub	< 0,001	n.a.	n.a.
Schweißhalle Baustahlbereich	In der Mitte der Halle, seitlich vom Gang. Am Boden sedimentierter Staub wurde zusammengekehrt	09:55 – 12:51	Nickel sedimentierter Staub	< 0,5	n.a.	n.a.

Tabelle 4: Resultate Vergleichsmessung II / 14.07.2009 - Sandstrahler

Bereich	Probenentnahme	Zeit	Substanz	Messwerte [mg/m <sup>3</sup> ]	Filtergängi ger Staub [mg/m <sup>3</sup> ]	Referenzwert mg/m <sup>3</sup>	Status
Strahlkammer während der Strahlarbeiten	Entnahmehöhe von ca. 1,80 m über Boden in der Mitte der Strahlkabine	13:49 – 14:09	Chrom	0,043	0,058	MAK TMW 2	OK
Strahlkammer während der Strahlarbeiten	Entnahmehöhe von ca. 1,80 m über Boden in der Mitte der Strahlkabine	13:49 – 14:09	Chrom (VI)	< 0,0015	-	TRK TMW 0,05	OK
Strahlkammer während der Strahlarbeiten	Entnahmehöhe von ca. 1,80 m über Boden in der Mitte der Strahlkabine	13:49 – 14:09	Nickel	0,014	0,0038	TRK TMW 0,5	OK

Bereich	Probenentnahme	Zeit	Substanz	Messwerte [mg/m <sup>3</sup> ]	Referenzwert [mg/m <sup>3</sup> ]	Status	Bereich
Strahlkammer während der Strahlarbeiten	Entnahmehöhe von ca. 1,80 m über Boden in der Mitte der Strahlkabine	14:16 – 14:28	Chrom	0,016	0,0033	MAK TMW 2	OK
Strahlkammer während der Strahlarbeiten	Entnahmehöhe von ca. 1,80 m über Boden in der Mitte der Strahlkabine	14:16 – 14:28	Chrom (VI)	< 0,0015	-	TRK TMW 0,05	OK
Strahlkammer während der Strahlarbeiten	Entnahmehöhe von ca. 1,80 m über Boden in der Mitte der Strahlkabine	14:16 – 14:28	Nickel	0,021	< 0,0001	TRK TMW 0,5	OK
Strahlkammer während der Strahlarbeiten	Entnahmehöhe von ca. 1,80 m über Boden in der Mitte der Strahlkabine	14:29 – 14:39	Chrom	< 0,004	0,0006	MAK TMW 2	OK
Strahlkammer während der Strahlarbeiten	Entnahmehöhe von ca. 1,80 m über Boden in der Mitte der Strahlkabine	14:29 – 14:39	Chrom (VI)	< 0,0015		TRK TMW 0,05	OK
Strahlkammer während der Strahlarbeiten	Entnahmehöhe von ca. 1,80 m über Boden in der Mitte der Strahlkabine	14:29 – 14:39	Nickel	< 0,0005	0,0004	TRK TMW 0,5	OK

Bereich	Probenentnahme	Zeit	Substanz	Messwerte [mg/m <sup>3</sup> ]	Referenzwert [mg/m <sup>3</sup> ]	Status	Bereich
Atemluft innerhalb der Schutzausrüstung	Vor der Strahlkabine wurde ein Schutzhelm mit dem Schurz zur Abdeckung des Schulterbereiches aufgestellt und aus dem Bereich des Helmes Luft angesaugt und darin die Konzentration an bestimmt. Die externe Luftzuführung war in Betrieb.	15:12 – 15:26	Chrom	< 0,0003	0,0004	MAK TMW 2	OK
Atemluft innerhalb der Schutzausrüstung	Vor der Strahlkabine wurde ein Schutzhelm mit dem Schurz zur Abdeckung des Schulterbereiches aufgestellt und aus dem Bereich des Helmes Luft angesaugt und darin die Konzentration an bestimmt. Die externe Luftzuführung war in Betrieb.	15:12 – 15:26	Chrom (VI)	< 0,0015	-	TRK TMW 2	OK
Atemluft innerhalb der Schutzausrüstung	Vor der Strahlkabine wurde ein Schutzhelm mit dem Schurz zur Abdeckung des Schulterbereiches aufgestellt und aus dem Bereich des Helmes Luft angesaugt und darin die Konzentration an bestimmt. Die externe Luftzuführung war in Betrieb.	15:12 – 15:26	Nickel	< 0,0004	< 0,0001	TRK TMW 0,5	OK



Bereich	Probenentnahme	Zeit	Substanz	Messwerte [mg/m <sup>3</sup> ]	Referenzwert [mg/m <sup>3</sup> ]	Status	Bereich
Strahlkammer	Das am Boden sedimentierte Strahlmaterial wurde entnommen und analysiert.		gebrauchtes Strahlmaterial Chrom	381,0	n.a.	n.a.	n.a.
Strahlkammer	Das am Boden sedimentierte Strahlmaterial wurde entnommen und analysiert.		gebrauchtes Strahlmaterial Chrom (VI)	< 0,001	n.a.	n.a.	n.a.
Strahlkammer	Das am Boden sedimentierte Strahlmaterial wurde entnommen und analysiert.		gebrauchtes Strahlmaterial Nickel	137,0	n.a.	n.a.	n.a.
Strahlkammer	Das Strahlmaterial wurde dem Liefergebinde entnommen und analysiert.		neues Strahlmaterial Chrom	322,0	n.a.	n.a.	n.a.
Strahlkammer	Das Strahlmaterial wurde dem Liefergebinde entnommen und analysiert.		neues Strahlmaterial Chrom (VI)	< 0,001	n.a.	n.a.	n.a.
Strahlkammer	Das Strahlmaterial wurde dem Liefergebinde entnommen und analysiert.		neues Strahlmaterial Nickel	10,0	n.a.	n.a.	n.a.

### **3.4.5. Blut und Harnuntersuchungen**

Die Untersuchungspflichten, Untersuchungsinhalte, Methoden und Grenzwerte von Tätigkeiten, bei denen die Mitarbeiter der Einwirkung von Chrom (VI) – Verbindungen und Nickel und seinen Verbindungen ausgesetzt sind, werden durch die Verordnung über die Gesundheitsüberwachung am Arbeitsplatz definiert.

Arbeitnehmer die Tätigkeiten durchführen bei denen sie Chrom – (VI) Verbindungen oder Nickel ausgesetzt sind müssen sich vor Aufnahme der Tätigkeit einer Eignungsuntersuchung unterziehen. Bei Fortdauer der Tätigkeit müssen in regelmäßigen Zeitabständen Folgeuntersuchungen durchgeführt werden. [20] (VGÜ, 2008) § 2

Ein Teil dieser Eignungs- und Folgeuntersuchungen ist eine Analyse von Blut- und Harnproben auf Chrom und Nickel.

Die dargestellten Ergebnisse der Harn- und Blutuntersuchungen beziehen sich auf die Werte der erstmaligen Untersuchung, die im März und April 2009 stattfanden sowie relevanten Folgeuntersuchungen bis einschließlich Jänner 2010.

Die Übermittlung der Ergebnisse der Befunde durch die Mitarbeiter war freiwillig und die Daten wurden anonymisiert. <sup>21</sup> (Fildan, 2010)

### **Mögliche Einwirkungen auf die Messergebnisse**

Es kann auch zu einer Verfälschung der Messergebnisse beim Harn kommen. Dies wirkt sich meist als viel zu hoher Wert aus, der bedingt durch eine Verunreinigung der Proben durch Staub von Händen oder Kleidung entsteht.

Es ist auch möglich, durch reichliche Flüssigkeitsaufnahme kurz vor der Probenabgabe die Ergebnisse zu verfälschen.

Dies wird teilweise dadurch unterbunden, dass ein spezifisches Gewicht von > 1010 mg / ml Harn für eine gültige Harnprobe notwendig ist.

---

[20] VGÜ : Verordnung über die Gesundheitsüberwachung am Arbeitsplatz. (idF v. 08.07.2010)

[21] Fildan, Gerhard: Auswertung der freiwillig übermittelten Ergebnisse der Eignungs- und Folgeuntersuchungen auf Chrom und Nickel. - Losebl. –Ausgabe, Lfg. 12/10. Prot. Nr. 01/10. Stand: Jänner 2010 – Wien : Bombardier Transportations Austria GmbH

Auch eine Probennahme nach Wochenenden bzw. längeren Urlauben wirkt sich verfälschend auf Blut- wie Harnwerte aus, weil Chrom wie Nickel relativ rasch vom Körper wieder abgebaut werden. [20] (VGÜ, 2008) Anlage 2; Teil I, Z. 6; Z. 8

Es wurde versucht, die Untersuchungen im Rahmen der betrieblichen Gegebenheiten methodisch korrekt durchzuführen, wobei ungültige Ergebnisse durch ein zu geringes spezifisches Gewicht nicht berücksichtigt wurden.

## Grenzwerte

### **Chrom**

Grenzwert Harn <sup>[20]</sup> 12 µg / l = ———

Normalwert Harn <sup>[22]</sup>: < 1.5 µg / l = - - - - -

Grenzwert Blut <sup>[20]</sup>: 9 µg / l = ———

Normalwert Blut <sup>[22]</sup>: < 0.7 µg / l = - - - - -

### **Nickel**

Grenzwert Harn <sup>[20]</sup>: 7 µg / l = ———

Normalwert Harn <sup>[23]</sup>: 2 µg / l = - - - - -

Oberer Normgrenze Harn <sup>[23]</sup>: 3 µg / l = ———

---

[22] Daunderer, M. (Hrsg.) <[Info@Toxcenter.de](mailto:Info@Toxcenter.de)>: Handbuch der Umweltgifte Ausgabe 6/2006 : Chrom. URL: <<http://www.toxcenter.de/stoff-infos/c/chrom.pdf>>, verfügbar am 09.11.2010

[23] Daunderer, M. (Hrsg.) <[Info@Toxcenter.de](mailto:Info@Toxcenter.de)>: Handbuch der Umweltgifte Ausgabe 6/2006 : Nickel URL: <<http://www.toxcenter.de/stoff-infos/n/nickel.pdf>>, verfügbar am 09.11.2010

## Screening Chrom / Harn

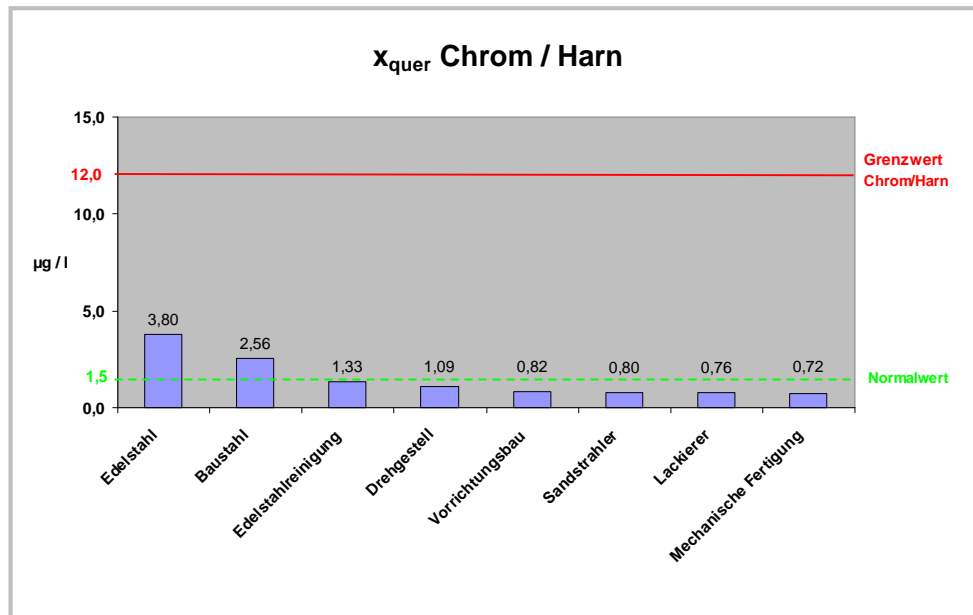


Diagramm 3: Mittelwerte Chrom im Harn

Alle Werte sind deutlich unter dem arbeitsmedizinischen Grenzwert, obwohl auffällig ist, dass die im Edelstahlbereich tätigen Probanden einen - im Vergleich zu ihren im benachbarten Baustahlbereich tätigen Kollegen - signifikant höheren Mittelwert (um 48,44 %) haben.

Gemäß Diagramm 3 sind die Bereiche Edelstahl und Baustahl über dem Normalwert für Chrom im Harn und werden im Folgenden noch genauer analysiert.

## Monitoring Chrom / Harn

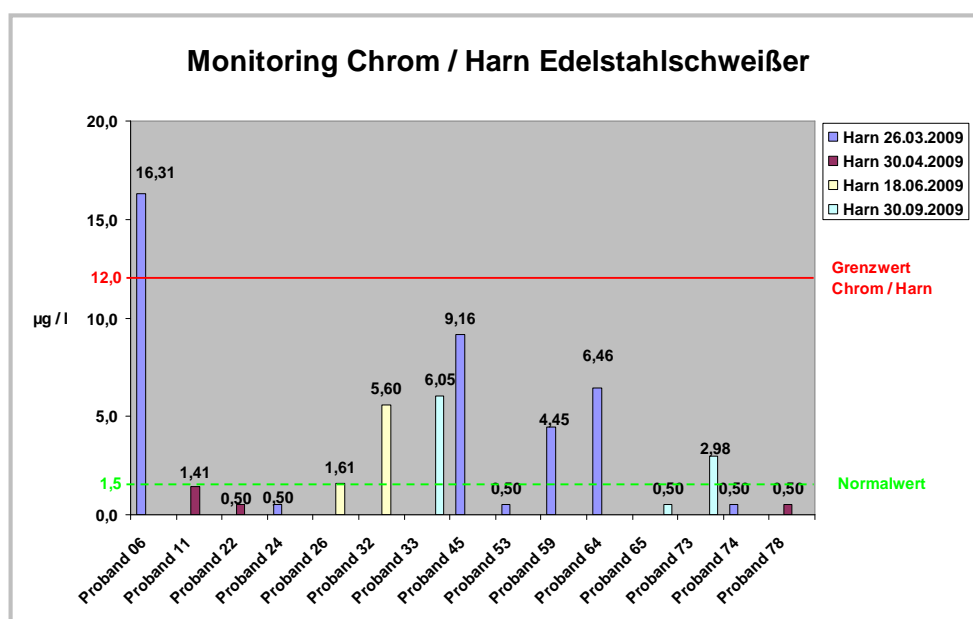


Diagramm 4: Monitoring Chrom im Harn Edelstahlschweißer

Von fünfzehn Probanden überschreitet nur der Wert des Probanden 06 den arbeitsmedizinischen Grenzwert. Alle anderen Werte sind unter dem arbeitsmedizinischen Grenzwert und teilweise auch unter dem Normalwert. Die acht Werte oberhalb des Normalwerts legen eine systematische Exposition gegenüber Chrom nahe.

Der extrem hohe Messwert des Probanden 06 ist wahrscheinlich auf eine kontaminierte Harnprobe zurückzuführen und relativiert damit den hohen Mittelwert etwas.

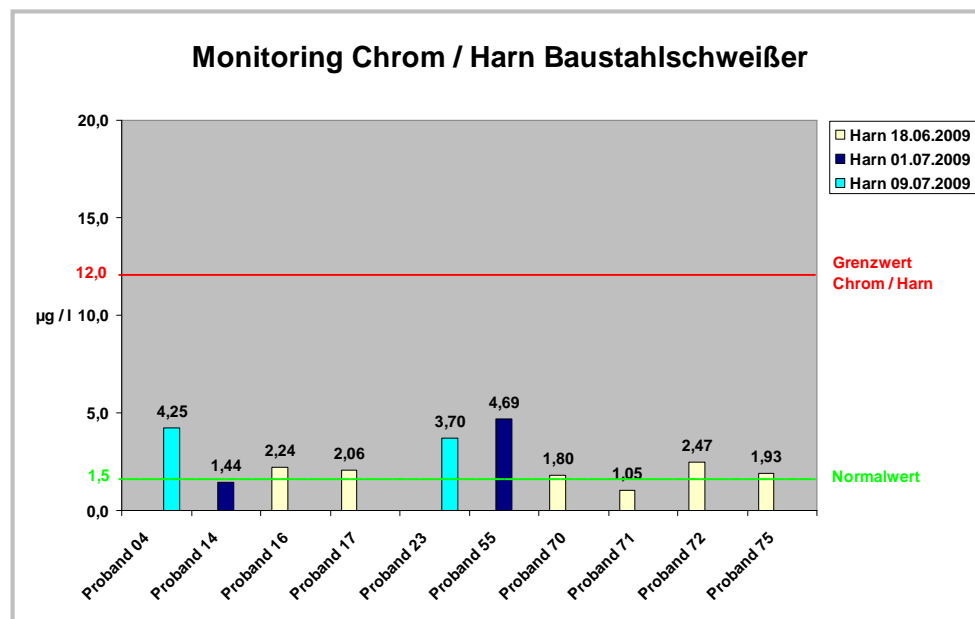


Diagramm 5: Monitoring Chrom im Harn Baustahlschweißer

Alle Chromwerte im Harn der Baustahlschweißer sind deutlich unterhalb des arbeitsmedizinischen Grenzwerts.

Bis auf einen Wert sind alle über dem Normalwert was eine systematische Exposition gegenüber Chrom belegt.

## Screening Chrom / Blut

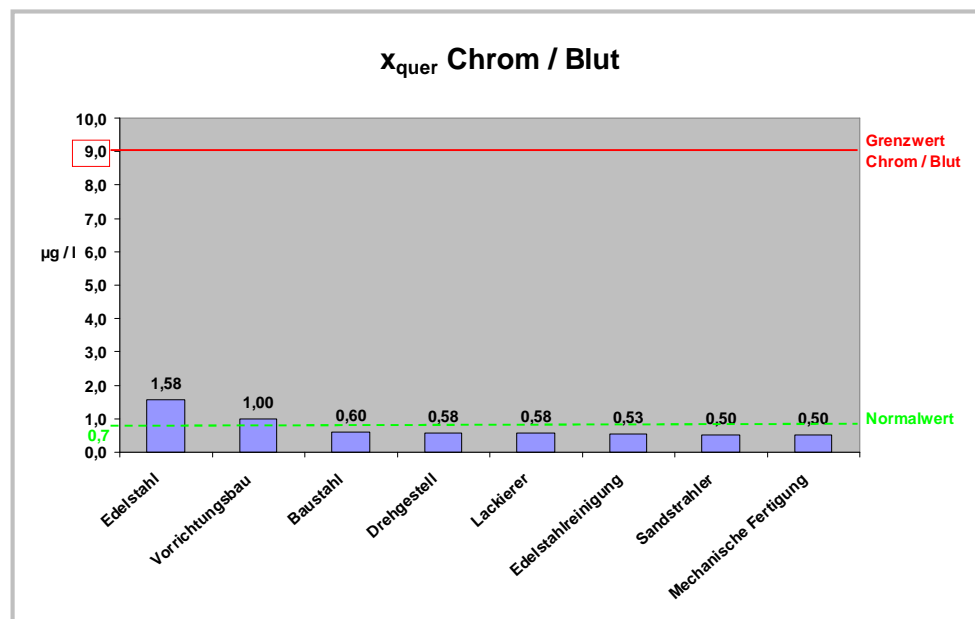


Diagramm 6: Mittelwerte Chrom im Blut

Alle Werte liegen deutlich unterhalb des arbeitsmedizinischen Grenzwerts.

Von den acht untersuchten Bereichen überschreiten nur die Bereiche Edelstahl und Vorrichtungsbau den Normalwert und werden anschließend genauer betrachtet.

## Monitoring Chrom / Blut

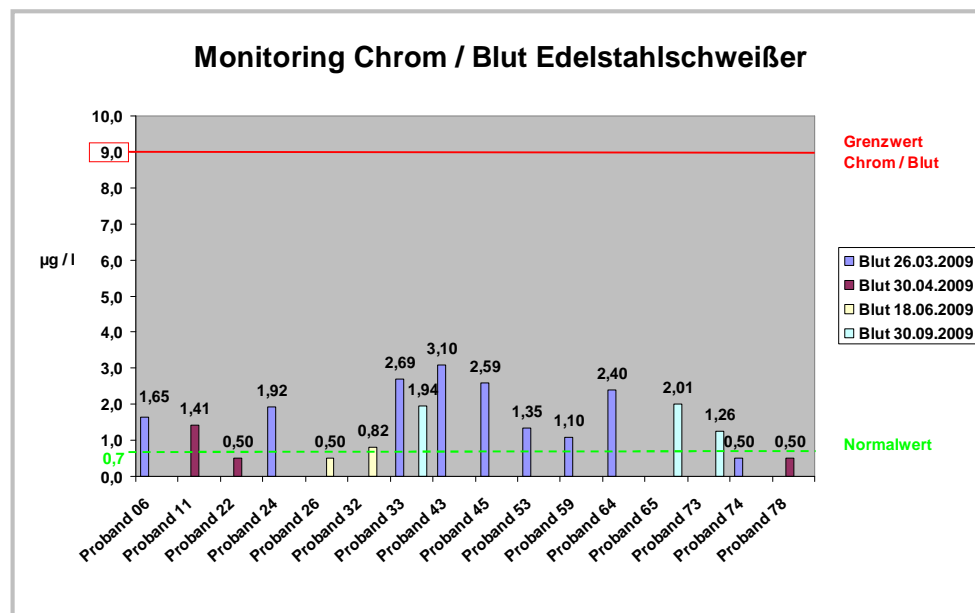


Diagramm 7: Monitoring Chrom im Blut Edelstahlschweißer

Obwohl alle Werte deutlich unter dem arbeitsmedizinischen Grenzwert liegen, sind zwölf von siebzehn Werten teilweise recht deutlich über dem Normalwert. Dadurch wird eine systematische Exposition gegenüber Chrom belegt.

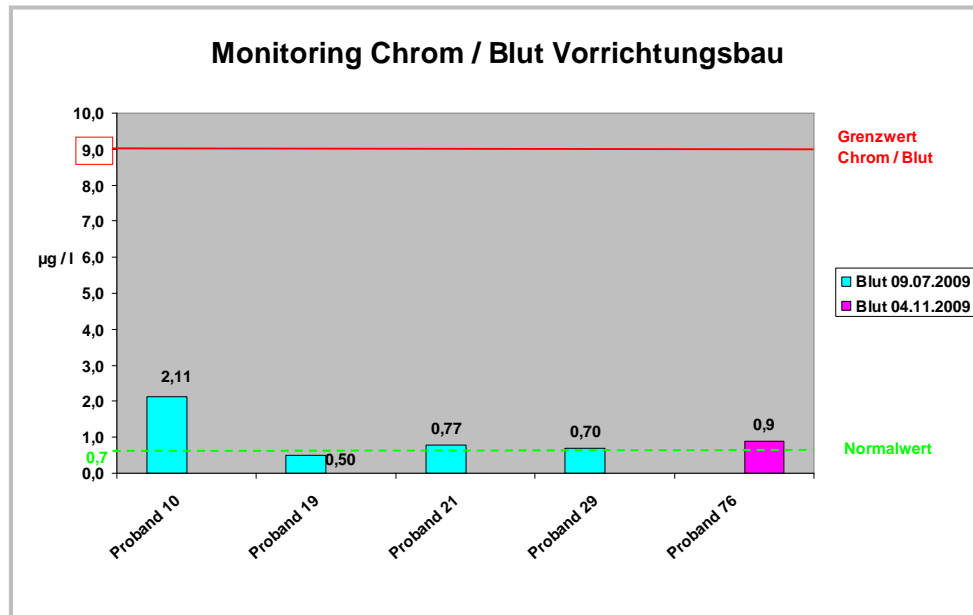


Diagramm 8: Monitoring Chrom im Blut Vorrichtungsbau

Ein Proband ist deutlich über dem Normalwert drei Probanden sind leicht über oder am Normalwert und ein Proband ist deutlich darunter.

Da drei von fünf Probanden den Normalwert überschreiten, muss auch hier von einer systematischen Exposition gegenüber Chrom ausgegangen werden.

Ein eher hoher Wert bei einer kleinen Stichprobe relativiert die Aussagekraft des Mittelwerts.

## Screening Nickel

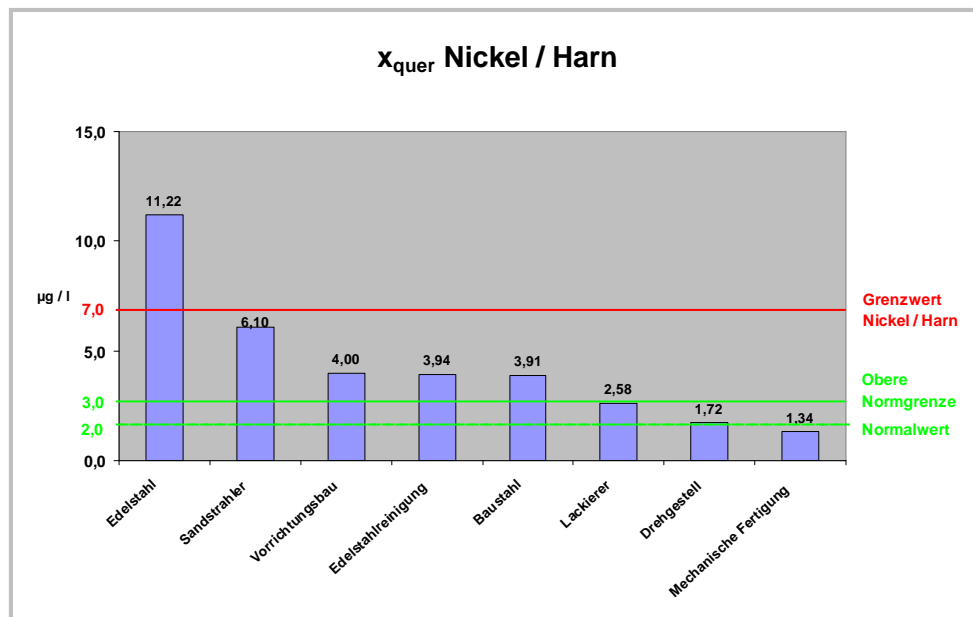


Diagramm 9: Mittelwerte Nickel Harn

Im Bereich Edelstahl wird der arbeitsmedizinische Grenzwert signifikant (um 60 %) überschritten.

Die anderen Mittelwerte der untersuchten Abteilungen in Bezug auf Nickel im Harn sind unterhalb des arbeitsmedizinischen Grenzwerts.

Der Bereich Sandstrahler ist knapp unterhalb des arbeitsmedizinischen Grenzwerts.

Die Bereiche Vorrichtungsbau, Edelstahlreinigung und Baustahl sind etwas über der oberen Normgrenze aber immer noch deutlich unter dem arbeitsmedizinischen Grenzwert und werden im Folgenden gemeinsam mit den Bereichen Edelstahl und Sandstrahlen genauer analysiert.



## Monitoring Nickel / Harn

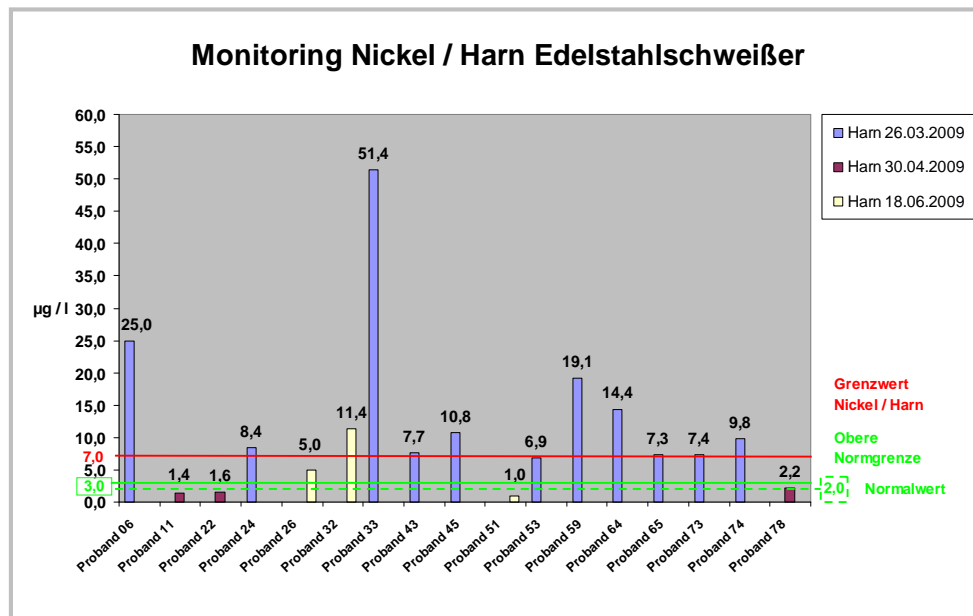


Diagramm 10: Monitoring Nickel im Harn Edelstahlschweißer

Von siebzehn Probanden überschreiten elf den arbeitsmedizinischen Grenzwert. Von einer Exposition gegenüber Nickel ist unbedingt auszugehen.

Der Wert von Proband 33 könnte, bedingt durch eine kontaminierte Urinprobe, einen statistischen Ausreißer darstellen und den Mittelwert leicht relativieren.

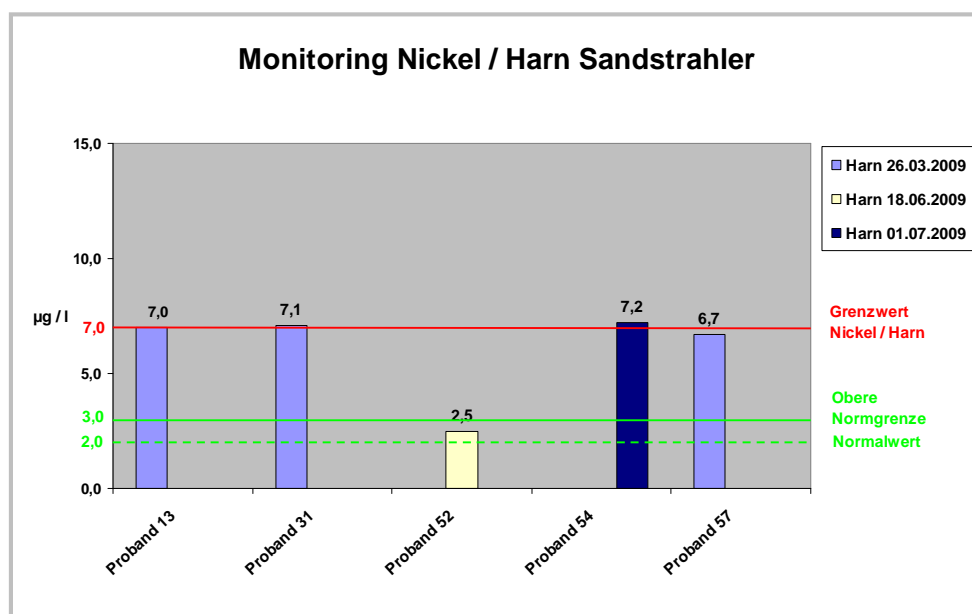


Diagramm 11: Monitoring Nickel im Harn Sandstrahler

Vier von fünf Werten liegen knapp über oder am arbeitsmedizinischen Grenzwert, womit eine Exposition gegenüber Nickel als gegeben angenommen werden kann.

Ein Wert liegt atypisch unter der oberen Normgrenze. Durch die kleine Untersuchungsgruppe wirkt sich dieser besonders stark auf den Mittelwert aus der nach oben relativiert werden müsste.

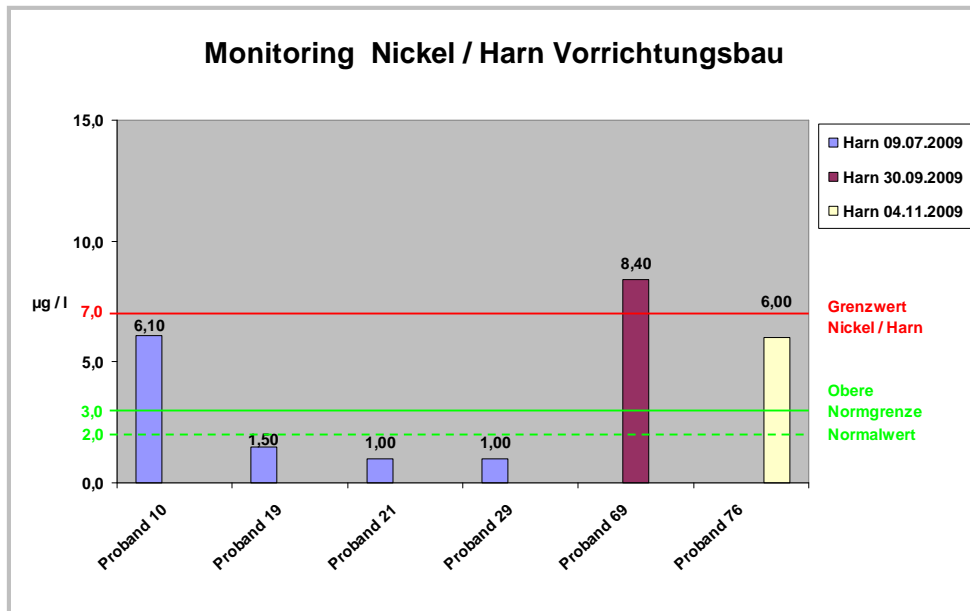


Diagramm 12: Monitoring Nickel im Harn Vorrichtungsbau

Ein Proband von sechs liegt über dem arbeitsmedizinischen Grenzwert. Zwei Probanden sind knapp unter dem Grenzwert, womit eine systematische Exposition gegenüber Nickel als gegeben betrachtet werden kann. Auffällig sind drei Werte, die weit unterhalb des Normalwerts liegen. Dies könnte auf eine Verfälschung der Proben hinweisen und würde den Durchschnittswert etwas nach oben relativieren.

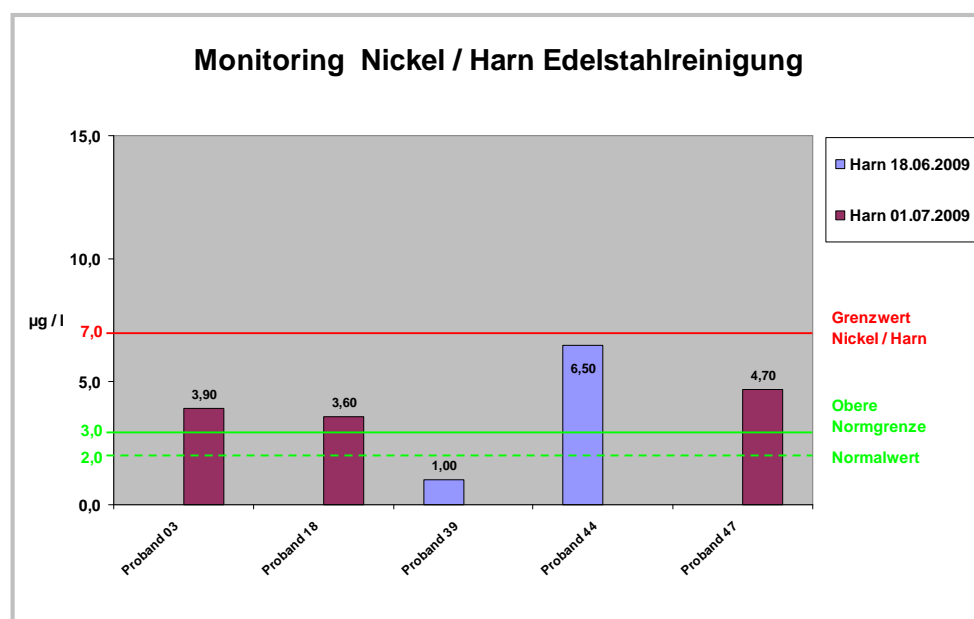


Diagramm 13: Nickel im Harn Edelstahlreinigung

Alle fünf Probanden sind unter dem arbeitsmedizinischen Grenzwert.

Vier sind über der oberen Normgrenze, wodurch eine systematische Exposition gegenüber Nickel belegt ist.

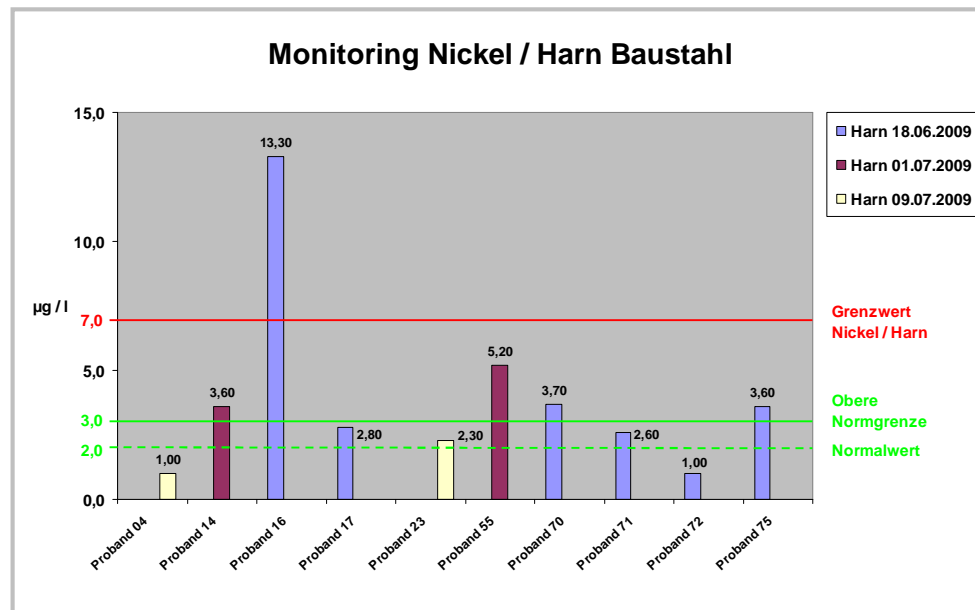


Diagramm 14: Nickel Harn Baustahlbereich

Bei der Erstuntersuchung von zehn Probanden war ein Proband über dem arbeitsmedizinischen Grenzwert.

Fünf waren über der oberen Normgrenze, was eine systematische Exposition gegenüber Nickel belegt.

Fünf Probanden waren unter der oberen Normgrenze. Zwei davon waren sogar unterhalb des Normalwerts.

Der relativ hohe Mittelwert im ist ebenfalls durch einen statistischen Ausreißer bedingt. Der korrigierte Mittelwert liegt bei 2,87 µg / l, was eindeutig unterhalb der oberen Normgrenze aber über dem Normalwert liegt.

Die Ursachen für den Ausreißer könnten auf eine Vorbeschäftigung in exponierten Bereichen oder auf eine Verschmutzung der Harnprobe zurückzuführen sein.

### 3.4.6. Ergebnisse der Messungen und Untersuchungen

Chrom (VI) kann in den keiner der Messungen nachgewiesen werden und somit allgemein als gesundheitsgefährdender Faktor ausgeschlossen werden.

Die Messung von Chrom (VI) beim Sandstrahlen erfolgte aus formalen Gründen, da mangels eines chemischen Prozesses beim Sandstrahlen die Entstehung von sechswertigen Chromverbindungen ausgeschlossen werden kann.

### **Edelstahlbereich**

Die erste Grenzwert – Vergleichsmessung vom 14.08.2008 zeigt bei der Edelstahlverarbeitung eine massive Überschreitung des MAK – Grenzwerts von Chrom und eine deutliche Überschreitung des TRK – Werts von Nickel im Schweißrauch auf.

Bei der zweiten Grenzwert – Vergleichsmessung am 14.07.2009 wird ebenfalls eine Überschreitung des MAK / TRK Werts von Chrom und Nickel im Schweißrauch beim Edelstahlschweißen aufgezeigt und das Ergebnis der ersten Messung bekräftigt.

Mit den ab 26.03.2009 durchgeführten Untersuchungen der Mitarbeiter auf Chrom in Harn und Blut kann belegt werden, dass erhöhte Werte in beiden Bereichen vorliegen, die jedoch allesamt unter den arbeitsmedizinischen Grenzwerten liegen.

Bei den Untersuchungen auf Nickel im Harn mussten bei den Edelstahlschweißern massive Überschreitungen des arbeitsmedizinischen Grenzwerts festgestellt werden.

Somit ist im Edelstahlbereich eine starke Belastung der Mitarbeiter gegenüber Nickel und eine Exposition gegenüber Chrom erwiesen.

Der sedimentierte Staub im Edelstahlbereich ist stark chrom- und nickelhaltig.

### **Baustahlbereich**

Bei den Messungen konnte weder im Schweißrauch noch in der Halle eine Überschreitung der MAK und TRK – Werte für Chrom und Nickel festgestellt werden.

Die Untersuchungen weisen durch teilweise erhöhte Chrom- und Nickelwerte oberhalb des Normalwerts aber weit unterhalb der arbeitsmedizinischen Grenzwerte auf eine Exposition der betroffenen Mitarbeiter hin.

**Sandstrahler**

Die MAK / TRK Werte für Chrom und Nickel werden bei keiner Messung überschritten.

Die Werte für Nickel sind über dem arbeitsmedizinischen Grenzwert oder knapp darunter, sodass von einer Exposition gegenüber Nickel ausgegangen werden muss.

Eine relevante Chrombelastung kann nicht nachgewiesen werden.

Die Atemluft für die Schutzausrüstung ist staubbelastet, wenn auch die Gehalte an Chrom und Nickel äußerst gering sind.

Auch eine deutliche Anreicherung des gebrauchten Strahlmaterials mit Nickel im Vergleich zum frischen Material kann nachgewiesen werden.

**Edelstahlreinigung**

Die Untersuchungen belegen, dass die meisten Nickelwerte oberhalb des Normalwerts aber unterhalb des arbeitsmedizinischen Grenzwerts liegen, sodass hier ebenfalls von einer Exposition gegenüber Nickel ausgegangen werden muss.

Eine relevante Chrombelastung kann nicht nachgewiesen werden.

**Vorrichtungsbau**

Auch im Bereich Vorrichtungsbau muss von einer relevanten Nickelexposition ausgegangen werden.

Eine relevante Chrombelastung kann nicht nachgewiesen werden.

**Mechanische Fertigung**

In der Mechanischen Fertigung waren die Mittelwerte für Chrom in Harn und Blut und Nickel im Harn allesamt unterhalb des Normalwerts. Somit konnten keine signifikanten Belastungen durch Chrom oder Nickel nachgewiesen werden.

## 4. Stoffausbreitung und Gegenmaßnahmen

### 4.1. Freisetzung und Ausbreitung des luftfremden Stoffs

#### 4.1.1. Schweißen

Beim Schweißen wird Chrom und Nickel durch das Aufschmelzen des Edelstahls und des Schweißdrahts freigesetzt. Dabei entsteht eine Auftriebsströmung, die für die Verbreitung von Chrom und Nickel in der Halle sorgt. Somit erfolgt die Verbreitung der Emission in vertikaler Richtung von der Schweißnaht weg.

Die chrom- / nickelhaltige Luft steigt auf, solange bis sich die thermisch bedingten Dichteunterschiede ausgleichen. Mit den in der Halle auftretenden Querströmungen verteilen sie sich in der Halle, wobei sich die Konzentrationen durch die frische Luft verdünnen. Nach dem Abkühlungsprozess senkt sich Chrom und Nickel mit dem restlichen Staub ab und legt sich auf den Boden und die Betriebsausstattung an.

Auch das Verschleifen der Schweißnähte mittels Winkelschleifern ist ein Emissionsprozess der chrom- / nickelhaltigen Staub freisetzt.

Durch die hohen Drehzahlen der Schleifscheiben wird die ruhende Umgebungsluft auf die Geschwindigkeit der Schleifscheibe beschleunigt. Diese führt die durch das Schleifen abgetragenen nickelhaltigen Partikel mit. Je nach Schleifrichtung und Werkstück wird die kontaminierte Luft abgelenkt und in den Arbeitsbereich geführt.

Durch den Druckluftstrahl beim Reinigen (Abblasen) wird die ruhende kontaminierte Umgebungsluft mitgenommen (induziert) und in dessen Richtung gelenkt, wobei mit der Entfernung ein Streuungseffekt eintritt.

#### 4.1.2. Sandstrahlen

Auch beim Sandstrahlen wird ein mit Strahlmittel versetzter Druckluftstrahl verwendet. Somit tritt der gleiche Effekt ein, wie er beim Reinigen mit Druckluft beschrieben worden ist.

[24] (VDI 2262, 2006) Blatt 4

## **4.2. Organisatorische Gegenmaßnahmen**

### **4.2.1. Management**

Für die Bombardier Transportation Austria GmbH und speziell für die mit der Thematik befassten Stellen und Mitarbeiter war diese Situation durch die konkrete Gefährdung von Mitarbeiter in den betroffenen Bereichen eine Angelegenheit von höchster Priorität.

Es war von Anfang an klar, dass eine kompetente Faktenaufbereitung und Bewertung in Verbindung mit kommunikativer Transparenz und menschlichem Einfühlungsvermögen die Grundlage zur Lösung dieser Problematik sein würde.

Die kommunikativen Maßnahmen lassen sich in die Bereiche interne und externe Kommunikation gliedern.

### **4.2.2. Unternehmensinterne Kommunikation**

- Abstimmung der Präventivfachkräfte (Arbeitsmediziner und Sicherheitsfachkraft) untereinander.
- Information des HSE Managers sowie der Unternehmensleitung.
- Diskussion der Problematik mit den Fachbereichsleitern, dem operativen Management, Sicherheitsfachkräften und Arbeitsmediziner unter Einbeziehung der Belegschaftsvertreter (Sicherheitsvertrauenspersonen) mit einem Maßnahmenplan als Ergebnis.
- Information der betroffenen Mitarbeiter.
- Information der konzerninternen Arbeitssicherheits- und Gesundheitsschutzabteilung (Group HSE) und Diskussion der Problematik, speziell im Hinblick auf ähnliche Sachlagen bei Edelstahlverarbeitung in Schwesterwerken durch den HSE - Manager.

#### **4.2.3. Externe Kommunikation**

- Abstimmung der Situation mit den zuständigen Behörden (Arbeitsinspektorat) und dem Unfallversicherungsträger (AUVA).

### **4.3. Technische Gegenmaßnahmen**

#### **4.3.1. Verfahrenstechnische Maßnahmen**

##### **Stoffauswahl, Stoffsubstitution**

Eine grundsätzliche Möglichkeit die Exposition der Arbeitnehmer gegenüber Chrom und Nickel zu unterbinden oder zu verringern ist die Verwendung von nicht bzw. mit geringeren Chrom- / Nickelzusätzen dotierten Stählen.

In der Praxis erfolgt die Auswahl der Materialien durch den Kunden. Dieser wünscht sich in der Regel eine hohe Korrosionsbeständigkeit bei Minimierung der Gesamtkosten.

Reguläre Baustähle haben nur geringe Anteile an Chrom und Nickel und sind somit - was den Arbeitsschutz betrifft - sicher die erste Wahl. Auch was die Kosten sowie die Verarbeitbarkeit anbelangt ist hier das Verhältnis sehr gut. Leider ist die Korrosionsbeständigkeit nicht gegeben. Diese müsste mit ergänzenden konstruktiven Details wie zum Beispiel Oberflächenbehandlung, Kapselungen etc. hergestellt werden, was im gegenständlichen Fall nicht realisierbar war.

Die zweitbeste Möglichkeit ist die Reduktion der Nickelanteile. Dies würde theoretisch bedeuten, dass Duplex – Stähle die Lösung des Problems in konstruktiver und eine Verbesserung in sicherheitstechnischer Hinsicht sind. Diese haben einen viel geringeren Nickelanteil als andere Edelstähle sind aber wesentlich teurer und viel schwieriger zu verarbeiten.



Da aber aus arbeitsmedizinischer Sicht das Mittel der Primärprävention die Expositionskarenz ist und definitionsgemäß bei Niclexposition immer ein kanzerogenes Restrisiko besteht, stellen Duplex – Stähle keine sicherheitstechnisch befriedigende Lösung dar. [10] (GKV, 2007) § 3 (2)

Was den Zusatzwerkstoff betrifft, fällt beispielsweise bei der Paarung des Edelstahls 1.4003 mit dem Zusatzwerkstoff G 19 9 L Si auf, dass der Stahl nur mit bis zu 1 % Nickel legiert ist, während der Zusatzwerkstoff mit bis zu 11 % Nickel legiert ist.

Ähnliche „Überdotierungen“ gibt es bei Chrom. Wenn man das allgemeine Prinzip bei der Auswahl von Zusatzwerkstoffen befolgt das besagt, dass der Zusatzwerkstoff etwas höher legiert sein muss als der Grundstoff wirkt ein 10 % höherer Nickelgehalt überhöht.

Es müsste metallurgisch geprüft werden bis zu welchem Wert eine Reduktion des Nickelgehalts immer noch die gewünschten Effekte erzielt.

In Verbindung mit der Tatsache, dass fast 90 % der Emissionen aus dieser Paarung entstammen, könnte man bei einer Senkung des Nickelgehalts um 50 % eine Senkung der Emissionen in ähnlichen Größenordnungen erwarten, was bei einem krebserzeugenden Arbeitsstoff relevant ist.

Die durch aktuelle schweißtechnische Normen vorgegebene Werkstoffpaarung kann aber nicht einseitig auf betrieblicher Ebene geändert werden, da sich die Festigkeitsnachweise auf diese beziehen. Auch wurde noch kein passender Zusatzwerkstoff auf dem Beschaffungsmarkt gefunden.

## **Konstruktions- und Fertigungstechnik**

Da die Arbeitsprozesse Schweißen und Nachbearbeitung durch Schleifen der Nähte im Wesentlichen auch die Belastungsprozesse sind, wurde ein Arbeitskreis zur optimierten Positionierung der Schweißnähte gegründet, um den Verzug und dadurch bedingte Nachbearbeitungen sowie eine ergonomisch günstige Lage zur Verringerung der Prozesszeiten zu verwirklichen.

## **Arbeitsprozesse**

Eine der wichtigsten Erkenntnisse war das Nickel und seine Verbindungen in Form atembarer Stäube die wesentlichste Ursache für die hohen Werte im Harn bildete. Daher galt es die Staubemissionen zwingend zu minimieren.

Bis zu dem Zeitpunkt der Entdeckung der hohen Belastungswerte im Harn war es bei manchen Arbeitnehmern durchaus üblich ihre Kleidung oder Werkstücke mittels Druckluft abzublasen, mit der Absicht diese vom Staub zu befreien. Es liegt auf der Hand das dieser Staub sich im übrigen Raum verteilt bzw. als Feinstaub bis zu 6 Stunden im Raum schwebt und so erst eine optimale Bedingung schafft, um sich mit Nickel zu kontaminieren.

Eine der wichtigsten Maßnahmen war das Verbot von Abblasen mit Druckluft. Jetzt gilt Absaugen statt Ab- oder Ausblasen.

#### **4.3.2. Lufttechnische Maßnahmen**

##### **Erfassungstechnik**

Zur Absaugung der beim Schweißen entstehenden Rauchmissionen wird ein Schweißbrenner mit integrierter Absaugung verwendet.

Dieses zwangsläufig nachgeführte System erfasst den nickelhaltigen Schweißrauch direkt am Entstehungsort.

Dieses System ist ein ortsungebundenes Absaugsystem, welches im Vergleich zu ortsgebundenen Systemen einen geringeren Wirkungsgrad aufweist.

Aufgrund der Tatsache, dass hier großvolumige Strukturen in geringen Stückzahlen in oft wechselnden Produktionslayouts geschweißt werden, ist ein ortsungebundenes System die einzige Wahl.

Jedoch war bis dahin die Disziplin der Mitarbeiter, trotz jahrelanger Bemühungen der Sicherheitsfachkräfte, die Absaugungen auch an das Abluftsystem anzustecken sehr mangelhaft.

Ein wichtiger Teil des Aktionsplans war die 100 % - Durchsetzung der Verwendung der Schweißrauchabsaugungsanlage (Brennerabsaugungen). Dies wurde mittels der offenen Information der Mitarbeiter über die möglichen Folgen einer Nিকেlexposition sowie eine strenge disziplinäre Aufsicht des zuständigen Meisters erreicht.

Es ist hinzuzufügen, dass die Sorge der Mitarbeiter um Ihre eigene Gesundheit der Hauptfaktor für eine jetzt lückenlose Verwendung des Absaugsystems ist.

### **Raumluftechnik**

Nach Rücksprache mit dem Arbeitsinspektorat ist zusätzlich zur natürlichen Hallenlüftung und der Absauganlage, die als Schweißbrennerabsaugung ausgeführt ist, eine mechanische Zusatzlüftungsanlage eingebaut worden, deren Hauptzweck darin besteht, den Feinstaub in der Hallenluft herauszufiltern.

Diese Anlage ist ein Prototyp für einen Teil des Edelstahl - Schweißbereiches der nach einer anlagentechnischen Optimierung am Ende einer Versuchsphase in der ganzen Schweißhalle eingebaut werden soll.

### **Aufbau der Lüftungsanlage**

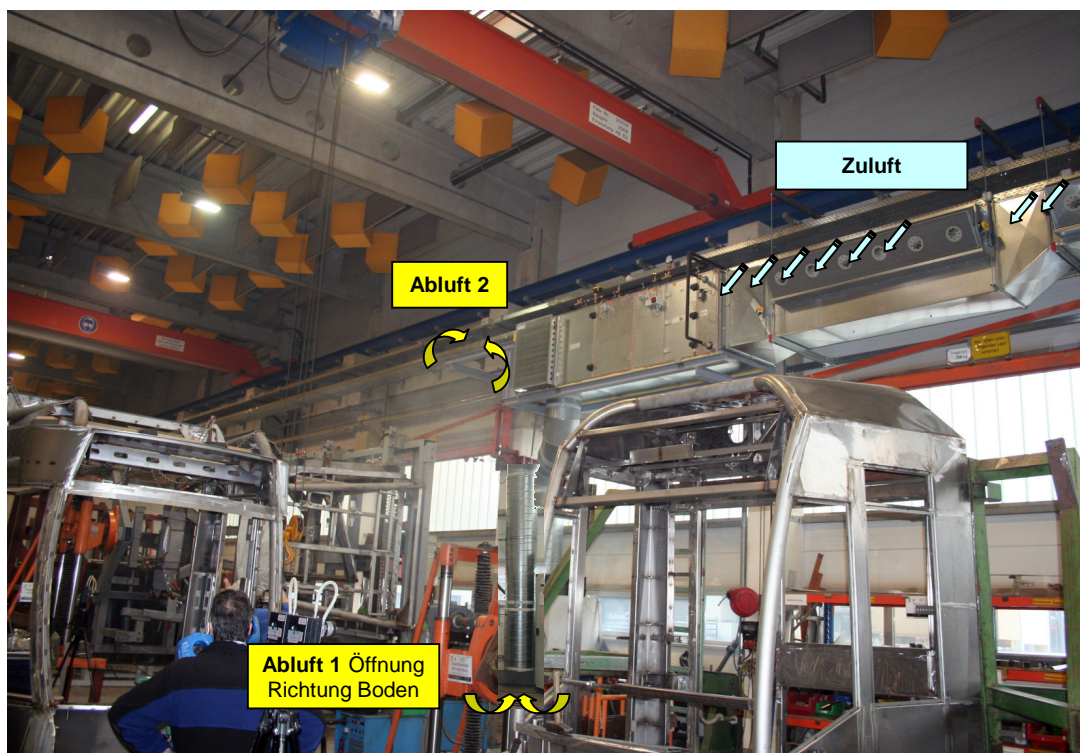


Bild 4: Aufbau Zusatzlüftungsanlage

Die belastete Luft wird durch 2 Öffnungen abgesaugt.

Abluft 1 befindet sich am Ende des Rundkanals mit der Öffnung in Richtung Boden.

Abluft 2 befindet sich im oberen Bereich mit Öffnung in Richtung Halle.

Die Zuluft wird im oberen Bereich in Richtung Halle – Arbeitsstelle eingebracht.

### **Optimierungsansätze**

Die im Kapitel 5 *Überprüfung der Wirksamkeit von Maßnahmen* ausgeführten Untersuchungen der Anlage haben ergeben, dass die derzeitige Lösung eine wesentliche Verbesserung der Luftqualität im Vergleich zu einem Betrieb ohne Zusatzlüftungsanlage bringt.

Gemäß einer Empfehlung der ÖSBS könnten mit einer Absaugung der Schweißgasemissionen im oberen Bereich und einer Einbringung der Zuluft im unteren Bereich noch bessere Ergebnisse erzielt werden. Dies ist möglich, weil die erhöhte Temperatur des Schweißrauchs diesen aufsteigen lässt.

Eine Absaugung im unteren Bereich ist daher nur im geringeren Ausmaß wirksam.

Die Anlage saugt punktuell im unteren und im oberen Bereich ein. Die Zuluft befindet sich im oberen Bereich mit mehreren Auslässen.

Eine Umkehr der Installation – Einsaugen im oberen Bereich und Einblasen im unteren Bereich – würde voraussichtlich bessere Ergebnisse bringen. [25] (Coplan, 2010) Befund 821

Ein praktisches Problem bei der Implementierung dieser Lösung ist, bedingt durch das notwendige Herabsetzen der Anlage in Bodennähe, das erheblich verminderte Arbeitsplatzangebot an den Wänden, wo derzeit Materialien und Ausrüstungen gelagert werden. Ein Verlust dieser Flächen wird seitens der Produktion als kritisch betrachtet.

---

[25] Trifonoff, Peter: Schweißgasuntersuchung. – Befund 821, Lfg. 04/2010., Stand: März 2010 - Maria Enzersdorf : CO-PLAN GmbH

## **4.4. Ergänzende Maßnahmen**

### **4.4.1. Information und Unterweisung**

Einer der wichtigsten Maßnahmen mit direkter Auswirkung auf jeden einzelnen betroffenen Mitarbeiter war die Information über die arbeitsmedizinische Beurteilung ihrer Arbeitsumgebung.

Das Faktum, dass die Schweißer ständig Kontakt mit gemäß Grenzwertverordnung 2007 als eindeutig beim Menschen krebserzeugend eingestuften Arbeitsstoffen haben und ein Restrisiko nicht ausgeschlossen werden kann, hat eine große persönliche Betroffenheit ausgelöst. [10] (GKV, 2007) Anhang III; § 3 (2)

Dies war für manche die Grundlage sich in andere, nicht exponierte Bereiche versetzen zu lassen. Für andere war dies Ansporn die Gegenmaßnahmen in vollem Umfang zu akzeptieren und umzusetzen.

Auf der individuellen Ebene ist das Potenzial das Restrisiko bei Nickerexposition an Krebs zu erkranken substanziell zu senken neben der peniblen Einhaltung der Arbeitssicherheitsvorschriften laut der Einschätzung des Arbeitsmediziners Dr. Franz Graf durch die Aufgabe des Rauchens am höchsten.

Rauchen in Kombination mit nickelbelasteten Staub potenziert das Krebsrisiko.

Eine Unterweisung der Mitarbeiter über Ursachen und Methoden um das Risiko einer Nickelkontamination zu minimieren wurde in Zusammenarbeit mit dem Unfallversicherungsträger AUVA durchgeführt.

### **4.4.2. Sauberkeit, Hygiene, Hautschutz**

#### **Sauberkeit**

Die Reinigung der Arbeitsplätze erfolgt durch die Mitarbeiter täglich mit unter Punkt

#### 4.5.2 angeführten Industriestaubsaugern.

Die Wände und Schweißtrennwände werden nach augenscheinlichem Bedarf gereinigt, wobei sich hier der Reinigungsbedarf nach Installation der Zusatzlüftungsanlage nach subjektiver Einschätzung der Mitarbeiter deutlich verringert hat.

Für eine effiziente Reinigung ist das Freihalten von Bodenflächen wichtig. So wurden Lagerungen am Boden auf ein Mindestmaß reduziert. Schablonen werden auf Wandhalterungen gelagert, Kabelführungen und Absaugschläuche werden auf den Schweißwänden geführt, um den Boden freizuhalten und so eine leichte und gründliche Reinigung zu ermöglichen.

### **Arbeitshygiene**

Eine wesentliche Erkenntnis für die Organisation im Zuge der Recherchen zur Chrom- und Nickelproblematik bei der Verarbeitung von Edelstählen war, dass die Stäube, die bei den Verarbeitungsprozessen anfallen, eine der beiden Hauptquellen für die Kontamination mit Nickel sind.

Bis dahin ging man im Betrieb davon aus, dass der gute Schutz, den die Schweißmasken samt dem Atemschutzgerät beziehungsweise der Stahlanzug mit umluftunabhängigem Atemschutz den Arbeitnehmern bieten, ausreichend sei.

Insbesondere bei den Schweißern brachte die Überschreitung der Grenzwerte bei den Untersuchungen die Tatsache ins Bewusstsein, dass auch der Staub als wesentliche Gefahrenquelle zu betrachten ist.

Dies spielte bis dahin im allgemeinen Bewusstsein der Mitarbeiter und der direkten Vorgesetzten keine große Rolle.

Der für die Beratungen und zur Arbeitshygieneschulung konsultierte Arbeitsmediziner der AUVA Dr. Gilbert Engin – Deniz betonte die Bedeutung der oralen Aufnahme (Inkorporation) von Nickel.

Mit Nickel kontaminierte Hände die mit den Lippen oder dem Mund in Berührung kommen wie das zum Beispiel beim Rauchen, Essen und Trinken geschieht stellen

eine wesentliche Quelle der Nickelbelastung im Körper dar.

Daher wurde strenges Augenmerk auf die Durchsetzung des bereits bestehenden Verbots im Objekt zu Essen und zu Trinken gelegt.

Auch wurden die Mitarbeiter angewiesen, vor dem Rauchen die Hände zu waschen, da Nickelstaub auf den Händen über den Mund oral inkorporiert wird.

Auch auf die Notwendigkeit des häufigeren Waschens (Hände, Gesicht) während der Arbeitszeit und vor Arbeitspausen sowie die Hygiene nach Arbeitsende (Duschen) wurde hingewiesen.

## Hautschutz

Um die Entstehung von allergischen Kontaktekzemen zu vermeiden, wurde auf die Bedeutung des bereits bestehenden

Einsatzbereich	HAUTSCHUTZ	HAUTREINIGUNG	HAUTPFLEGE
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <u>Vor</u> Arbeitsbeginn</li> <li>○ <u>Nach</u> Pausen</li> <li>○ <u>Nach</u> jedem Waschen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <u>Vor</u> Pausen</li> <li>○ <u>Nach</u> Arbeitsende</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <u>Nach</u> der Arbeit</li> </ul>
ALLGEMEIN	pr 88 	Flüssigseife  bei starker Verschmutzung: <b>Waschsand</b>	pr2000 

Bild 5: Hautschutzplan

Hautschutzprogramms hingewiesen. Durch Hautschutzmaßnahmen lässt sich die Entstehung allergischer Kontaktekzeme häufig verhindern.

### 4.4.3. Arbeitskleidung

Das Arbeitnehmerschutzgesetz verpflichtet den Arbeitgeber bei der Verwendung von gesundheitsgefährdenden Arbeitsstoffen geeignete Arbeitskleidung zur Verfügung zu stellen, und für eine ausreichende Reinigung dieser Arbeitskleidung zu sorgen.

Auch die Zielsetzung eine Kontamination von Verwandten zu vermeiden kann mit diesem Modell realisiert werden. [26] (AschG, 2006) § 71 (2)

Betriebstechnisch wurde dies mit einem Mietbekleidungssystem mit Reinigungsservice der Firma Regina Textilreinigung GmbH realisiert. Hierbei wird jeder Mitarbeiter mit definierter Bekleidung ausgestattet.

[26] AschG : ArbeitnehmerInnenschutzgesetz. (idF v. 08.07.2010)

Das Mietbekleidungsunternehmen sorgt dafür, dass stets gereinigte Bekleidung in der gewünschten Quantität zur Verfügung steht. Auch wird die Kleidung bei kleinen Beschädigungen repariert beziehungsweise bei Abnutzung ausgetauscht.

Für die Schweißer der Abteilungen Rohbau und Vorrichtungsbau wurden Schweißerarbeitsanzüge mit Jacke und Bundhose bzw. Latzhose zertifiziert nach EN 470-1, EN 531, und EN 533, sowie Schweißerjacken geprüft nach EN 470-1 angeschafft.

Die Sandstrahler erhielten Arbeitsanzüge mit Jacke und Bundhose bzw. Latzhosen. Weiters wurde eine wöchentliche Reinigung der Strahleranzüge realisiert.

#### 4.4.4. Persönliche Schutzausrüstung



Bild 6: PSA Schleifen

Nachfolgend wird die für den Schutz gegen die Exposition von mit Nickel belasteten Rauch und Staub eingesetzte persönliche Schutzausrüstung (PSA) angeführt.

Da in der allgemein staubbelasteten Umgebung alles mit Staub kontaminiert wird, wurden staubgeschützte Ablage und Aufbewahrungsmöglichkeit für PSA beschafft.

#### Schweißer

Bei den Schweißern wird eine Kombination aus Schweißermaske Speedglas 9000 und eine Schleifmaske in Verbindung mit einem gebläseunterstützten Atemschutzgerät mit Partikelfilter des Herstellers 3M eingesetzt.

Diese Kombination hat sich in der Praxis sehr bewährt und wird von den Mitarbeitern gerne angenommen.



Bild 7: PSA Schweißen



## Sandstrahler

Grundsätzlich muss Schutzkleidung für Strahlarbeiten in dieser Umgebung folgender Definition entsprechen: „*Typ 3: Schutzkleidung, die den gesamten Körper des Trägers gegen das Strahlmittel sowie die bei der Strahlarbeit erzeugten Materialien schützt und staubundurchlässig ist. Schutzkleidung dieses Typs ist Teil einer Kombination mit einem geeigneten Atemschutzgerät.*“ [27] (EN 14877) 4.3.1

Dementsprechend wurde der Strahlanzug Defender Ultra (Typ 3, ISO 14877, CE0299) angeschafft.

Aufgrund der normativen Anforderungen wird die Schutzkleidung des Typs 3 flüssigkeitsdicht ausgeführt. [27] (EN 14877) 2

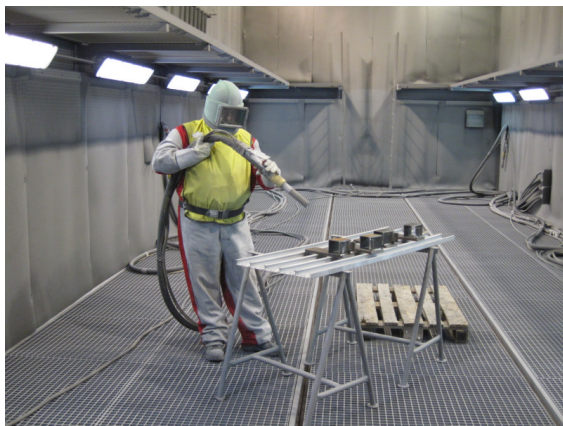


Bild 8: PSA Sandstrahler

Das Problem in der Praxis ist, dass die Anzüge für die vorherrschenden Arbeitsbedingungen, trotz normgerechter Belüftung, nicht ausreichend atmungsaktiv sind. Bei der schweren körperlichen Arbeit mit schwerem Atemschutz wie Sandstrahlen es ist kommt es zu Überhitzungserscheinungen, die den Mitarbeitern das Tragen der Anzüge unerträglich macht.

Aus diesem Grunde wird dieser Anzug von den Mitarbeitern nicht angenommen. Ein Tragen wäre seitens des Arbeitgebers nur mit Gewalt durchzusetzen, was dem Arbeitgeber gesetzlich nicht gestattet ist und wofür er auch keinerlei Intentionen hegt. Es ist notwendig normative Grundlagen zu schaffen die Staubsichtheit nicht mit den Mitteln der Flüssigkeitsdichtheit herstellt.

Nur so wäre es möglich normkonforme Strahlanzüge auf den Markt zu bringen, die staubsicht sind und einen akzeptablen Tragekomfort haben.

Dies ist dringend notwendig, da die Sandstrahler den freiwerdenden

nickelbelastenden Stäuben direkt ausgesetzt sind.

Aus den oben angeführten Gründen wird folgender Strahlanzug verwendet: Clemco Blaster Suit 08922D. Dieser Anzug ist funktional im Sinne des Typs 2 ausgeführt aber nicht als persönliche Schutzausrüstung zertifiziert.

Schutzkleidung für Strahlarbeiten des Typs 2 ist wie folgt definiert: „*Schutzkleidung, die den Körper oder einzelne Körperteile gegen das Strahlmittel sowie die bei der Strahlarbeit erzeugten Materialien schützt. Schutzkleidung dieses Typs ist Teil einer Kombination mit einem geeigneten Atemschutzgerät.*“ [27] (EN 14877) 4.3.1

Sie sind nicht staubdicht, bieten aber ausreichenden Tragekomfort und werden daher, obwohl beide Varianten zur Verfügung stehen, von den Mitarbeitern bevorzugt. Die Staubdichtheit wird durch Abkleben der Handschuhe am Anzug mit Klebeband erhöht.

Der Markt wird laufend auf Neuentwicklungen im Bereich der Strahlschutzanzüge sondiert, um bei Vorhandensein entsprechender Produkte diese sicherheitstechnisch unbefriedigende Situation zu bereinigen.

Es wurden auch Sondierungsgespräche mit einzelnen Herstellern geführt, um mit eigenen Produktentwicklungen hier Abhilfe zu schaffen. Bis jetzt waren diese Bemühungen noch nicht von Erfolg gekrönt.

Als Atemschutzeinheit kommt eine Clemco Apollo - 100 CE, Strahlerhaube komplett mit Regulierventil und Cape und 9 mm x 5-m-Luftschlauch zertifiziert nach EN 269 zum Einsatz.

Als Zubehör wird eine Clemco Climate Control Tube (Klimagerät) zur Regulierung der Temperatur der Atemluft eingesetzt.

Für Wartungsarbeiten und Reinigungsarbeiten außerhalb der Sandstrahlbox kommen filtrierende



Bild 9: Klimagerät Sandstrahler

Halbmasken der Klasse FF P2 der Firma Moldex gemäß EN 149 zum Einsatz.

#### **4.4.5. Gesundheitsüberwachung**

Im Rahmen der arbeitsmedizinischen Sekundärprävention besteht für Nickel und seine Verbindungen die Verpflichtung zu arbeitsmedizinischen Untersuchungen. [10] (VGÜ, 2007) § 2 (1) Z. 8

Diese finden bei Einstellung und in einem Abstand von 1 Jahr bei Eignung bzw. von 6 Monaten bei Eignung mit vorzeitiger Folgeuntersuchung statt. [10] (VGÜ, 2007) Anlage 2, Teil I, Z 8

Der Arbeitgeber erhält eine Mitteilung über die Ergebnisse der Eignungs- und Folgeuntersuchung mit den Beurteilungen:

- Für Arbeiten mit schädigendem Stoff geeignet (mit oder ohne vorzeitiger Folgeuntersuchung)
- Nicht geeignet

Diese Information ist von einem praktischen Standpunkt betrachtet für den Arbeitgeber im Rahmen der Ermittlung und Beurteilung von Gefahren nicht ausreichend, um dadurch statistisch relevante Aussagen über Arbeitsbereiche und die Belastungen der Mitarbeiter durch Arbeitsstoffe zu treffen, da sie sich auf ein Untersuchungspaket gemäß der Richtlinien zu Durchführung der ärztlichen Untersuchungen beziehen. [10] (VGÜ, 2007) Anlage 2

Hier werden die Untersuchungen definiert und selbst bei einem Befund geeignet mit vorzeitiger Folgeuntersuchung ist nicht zwingend auf eine Überschreitung der Nickelwerte im Harn zu schließen, da sich die bedingte Eignung zum Beispiel auf nicht ausreichende Ergebnisse bei der Lungenfunktion zurückzuführen sein könnte.

Um in dieser für alle beteiligten Mitarbeiter außergewöhnlichen Situation schnell zu guten und aussagekräftigen Daten zu kommen, einigten sich die betroffenen Mitarbeiter und die Bombardier Transportation Austria GmbH auf ein Modell zur Auswertung der Ergebnisse der Blut- und Harnuntersuchungen aus der gesetzlichen Gesundheitsüberwachung zur Feststellung der Wirksamkeit der Maßnahmen.

Die meisten Mitarbeiter willigten ein ihre detaillierten Befunde den Präventivfachkräften (Arbeitsmediziner und Sicherheitsfachkraft) zur statistischen Auswertung zu überlassen.

Im Gegenzug verpflichteten sich diese, im Sinne eines Vertrauensverhältnisses, die Daten vertraulich zu behandeln und vor anderen Unternehmensteilen wie zum Beispiel Personalstelle und Vorgesetzten geheim zu halten.

Dieses Projekt entstand aus der Situation mit ausschließlich freiwilliger Beteiligung der Mitarbeiter.

## **4.5. Begleitmaßnahmen**

### **4.5.1. Instandhaltung**

Die tägliche Inspektion der Anlagen auf ihre allgemeine Funktionstüchtigkeit obliegt den Mitarbeitern sowie stichprobenartig dem zuständigen Meister. Ein Arbeiten mit nicht funktionierenden Anlagen und Ausrüstungen ist nicht gestattet.

Der Austausch von Filtern z. B. bei der Zusatzlüftungsanlage wird durch die Wartung und Instandhaltungsabteilung des Hauses durchgeführt.

Alle Lüftungstechnischen Anlagen wie Absauganlage, Zusatzlüftungsanlage sowie die Staubsauger werden jährlich einer externen Inspektion unterzogen wo sie gewartet und sicherheitstechnisch überprüft und gegebenenfalls instand gesetzt werden.

### **4.5.2. Einrichtungen zum Beseitigen abgelagerter Stoffe**

Da das Reinigen von Hand (Kehren) und Aus- und Abblasen mit Druckluft zur Staubaufwirbelung führt, wobei sich vor allem der alveolengängige Feinstaub ohne Absaugung und Lüftung bis zu einigen Stunden in der Luft hält, erfolgt das Absaugen des abgelagerten nickelhaltigen Staubes mittels Industriestaubsauger.



Bild 10: Industriestaubsauger

Es kommen der NT 35/ Eco der Firma Kärcher zum Einsatz. Die Geräte verfügen über eine automatische Filterabreinigung, die besonders beim Feinstaub wirksam ist. Der Filter wird alle 15 Sekunden mittels eines Luftstoßes gereinigt.

## 5. Überprüfung der Wirksamkeit von Maßnahmen

Die Wirksamkeit der Maßnahmen wurde im Edelstahlschweißbereich durch die Auswertung der Untersuchungsergebnisse der Harnuntersuchungen auf Nickel bewiesen. [21] (Fildan 2010)

Die ersten Untersuchungen fanden in drei Tranchen im Zeitraum zwischen dem 26.03.2009 und dem 18.06. 2009 statt.

Die Kontrolluntersuchungen fanden ebenfalls an drei Terminen zwischen dem 30.09.2009 und dem 21.01.2010 statt. Die Daten wurden von den betroffenen Mitarbeitern freiwillig zur Verfügung gestellt.

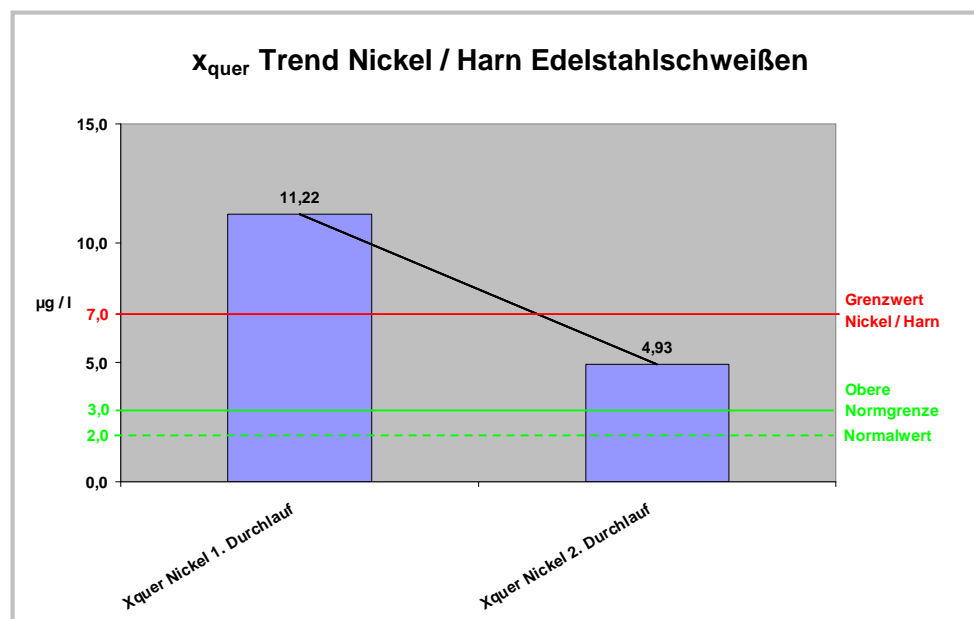


Diagramm 15: Trend Nickel / Harn Edelstahlschweißer

An der Erstuntersuchung nahmen 17 Mitarbeiter und an der Kontrolluntersuchung 12 Mitarbeiter teil.

In den 32 Wochen zwischen den beiden Untersuchungen senkte sich der Mittelwert um zirka 56 % auf einen Wert, der deutlich unterhalb des arbeitsmedizinischen Grenzwerts aber noch oberhalb des Normalwerts liegt.

Dies wurde mit den beschriebenen Maßnahmen in den Bereichen Bewusstseinsbildung, disziplinierte Einhaltung der gesundheitsrelevanten Arbeitsprozeduren und Arbeitshygienemaßnahmen erreicht.

Im Folgenden sind die Maßnahmen im Einzelnen aufgezählt:

### **Unterweisung**

- Nachweisliche Unterweisung der betroffenen Mitarbeiter über die Sofortmaßnahmen betreffend Hygiene, Verwendung Absaugungseinrichtungen, etc.

### **Absaugung**

- 100%-Einsatz Absaugbrenner.

### **Hygiene**

- Kein Abblasen/Reinigung mittels Druckluft.
- Kein Essen/Trinken innerhalb der Halle.
- Ablage und Aufbewahrung von persönlicher Schutzausrüstung/Arbeitsgewand in "geschütztem Umfeld".
- Regelmäßiges Reinigen des Objektes 3 ohne Staubaufwirbelung,
- Waschen in/vor Pausen sowie Hygiene nach Arbeitsende.
- Auf zusätzliche Risikoverstärkung durch Rauchen hinweisen.

Weitere Maßnahmen wie Zusatzluftreinigungsanlagen und ein Mietwäschesystem mit Reinigungsservice waren zum Zeitpunkt der Kontrollmessung noch nicht implementiert und können deshalb nicht zur Senkung der im Diagramm Xquer Trend Nickel ersichtlichen Senkung der Nickelwerte im Blut der Mitarbeiter beigetragen haben.

## **5.1. Zusatzabsauganlage**

Zur Beurteilung der Wirksamkeit der installierten Zusatzlüftungsanlage erfolgte durch Dipl.-Ing. D. Jaschouz von der ÖSBS am 11.03 und 08.04.2010 eine Bestimmung der Konzentration der Hallenluft gegenüber inhalativen Schwebstoffen mit folgenden Ergebnissen:

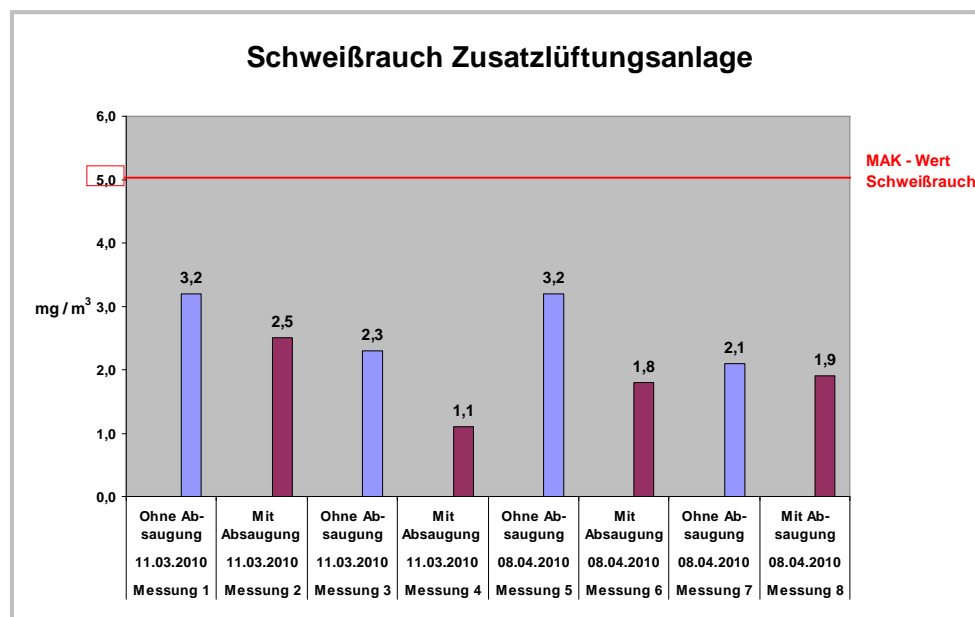


Diagramm 16: Wirkung Zusatzabsauganlage

Alle Werte sowohl bei eingeschalteter als auch bei ausgeschalteter Abluftanlage liegen unterhalb des MAK – Werts von 5 mg / m³.

Die Zusatzabsauganlage zeigt eine wesentliche Verbesserung der Luftqualität im Vergleich zu einem Betrieb ohne Lüftungsanlage. Bei eingeschalteter Abluftanlage wird die Schweißrauchbelastung um 10 % bis 52 % reduziert.

[25] (Coplan, 2010) Befund 821



## 6. Resümee

Nickel und Chrom (VI) - Verbindungen sind eindeutig als beim Menschen krebserzeugend eingestuft.

Bei der Verarbeitung von Edelstählen mit dem MAG – Schweißverfahren sind Chrom (VI) – Verbindungen nicht nachzuweisen und somit aus der Perspektive der Arbeitssicherheit irrelevant.

Im Schweißrauch bei der Edelstahlverarbeitung wird der MAK – Wert für Chrom und der TRK - Wert für Nickel überschritten, obwohl die Absaugung in Betrieb ist. Daraus folgt, dass Edelstahlschweißen ohne Atemschutz nicht möglich ist.

Chrom findet in Blut und Harnproben von Edelstahl- als auch Baustahlschweißern einen gewissen Niederschlag. Da die Konzentrationen im Mittel weit unterhalb der arbeitsmedizinischen Grenzwerte sind und aus heutiger Sicht Chrom (VI) – Verbindungen ausgeschlossen werden können, muss die gegebene Einhaltung der maximalen Arbeitsplatzkonzentrationen, in der Hallenluft beim Edelstahlschweißen und in der Hallenluft und im Schweißrauch beim Baustahlschweißen, als ausreichend gewertet werden.

Beim Verbindungsschweißen von Baustahl und Edelstahl gelten die gleichen Bedingungen wie beim Edelstahlschweißen.

Nickelkonzentrationen im Schweißrauch über den technischen Richtkonzentrationen sind bedingt durch die hohe Dotierung von Edelstählen beziehungsweise deren Zusatzwerkstoffe mit Nickel durch Messungen nachgewiesen worden.

Diese hohen Nickelkonzentrationen haben sich auch im Harn als Überschreitung der arbeitsmedizinischen Grenzwerte niedergeschlagen.

Die zum damaligen Zeitpunkt gesetzten Arbeitsschutzmaßnahmen wie Brennerabsaugungen beziehungsweise gebläseunterstützter Atemschutz waren allein nicht ausreichend um die Grenzwerte in der Atmosphäre und im Harn

einzuhalten.

Die Ursache dafür liegt teilweise darin, dass erst im Rahmen der Ermittlung der Gefahren, Gefährdungen und Belastungen den Beteiligten bewusst wurde, welche große Rolle der nickelhaltige Staub bei der Verursachung hoher Nickelwerte im Harn hat.

Dies wird belegt durch die hohen Nickelwerte der Sandstrahler, die am oder über den arbeitsmedizinischen Grenzwert liegen, obwohl diese einen umluftunabhängigen Atemschutz verwenden und die Konzentrationen von Nickel in der Sandstrahlbox unterhalb der TRK – Werte liegen.

Ähnliches gilt in abgeschwächter Form, was die Konzentrationen im Harn betrifft für die Reinigungsarbeiten bei der Lackiervorbereitung.

Somit ist klar, dass die orale Inkorporation des Nickels die Hauptursache der hohen Harnwerte ist, da nickelkontaminierte Schweißgase bei diesen beiden Tätigkeiten auszuschließen sind.

Präventionstechnisch ist bei der Verwendung von gesundheitsgefährdenden Arbeitsstoffen ein Ersatz mit harmloseren Stoffen die erste Wahl.

Diese auch als Primärprävention bezeichnete Substitution ist im gegenständlichen Fall nur durch die Verwendung von weitgehend nickelfreien Stählen möglich unter der Voraussetzung, dass die Korrosionsbeständigkeit anderweitig hergestellt werden kann.

Bei Systemlaufzeiten von bis zu 35 Jahren und darüber hinaus ist das eine noch nicht befriedigend gelöste technische Herausforderung.

Ein hohes Potenzial zur Senkung der Nickelemissionen gibt es jedoch bei manchen vorgeschriebenen Grundwerkstoffen und Schweißzusatzpaarungen wo der Zusatz im Verhältnis zum Grundstoff, was den Nickel betrifft, überlegiert zu sein scheint.

Beträchtliche Reduzierungen der Emissionen scheinen möglich zu sein. Dieses Potenzial müsste metallurgisch evaluiert und aus den Ergebnissen entsprechende Produkte für den Markt entwickelt werden.

Was die Sekundärprävention betrifft, so konnte bewiesen werden, dass mit einfachen Maßnahmen wie Bewusstseinsbildung, Arbeitshygiene und alternativen Arbeitsmethoden wie zum Beispiel Absaugen statt Abblasen, sich die arbeitsmedizinischen Grenzwerte im Harn in relativ kurzer Zeit bedeutend unterschreiten lassen.

Dies ist insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen wichtig da sie die finanziellen Belastungen für Zusatzabsauganlagen, die noch relevante Verbesserungen erbringen können, nicht so ohne weiteres verkraften können.

Bei den Gesundheitsuntersuchungen wäre es im Falle von krebserzeugenden Arbeitsstoffen hilfreich, wenn der Arbeitgeber in Zukunft die Mittelwerte der Untersuchten, in Verbindung mit dem örtlichen Bereich, anonymisiert zur Verfügung gestellt bekommt, um eine effiziente Überprüfung der Wirksamkeit von Maßnahmen realisieren zu können.

Diese sollte jedoch keinesfalls einseitigen Interessen dienen und so wäre es vorstellbar, dass man dies erst ab einer Zahl von 5 oder 10 Untersuchten pro Bereich realisiert.

Für die Mitarbeiter sind ihre Untersuchungsbefunde ein sehr wertvolles Feedback um die Wirksamkeit Ihres eigenen Verhaltens beurteilen zu können und gegebenenfalls Ihr Verhalten im Interesse der eigenen Gesundheit anzupassen.

## 7. Anlagen

- I. Werte der Chrom Untersuchungen
- II. Werte der Nickel Untersuchungen

## 8. Literaturverzeichnis

- (1) Grote, Karl Heinrich (Hrsg.) ; Feldhussen, Jörg (Hrsg.): Dubbel : Taschenbuch für den Maschinenbau. - 21. Aufl. Berlin : Springer, 2005
- (2) Zschiesche, Wolfgang: Medizinisches Lexikon der beruflichen Belastungen und Gefährdungen : Schweißen. – 2. Aufl. Wiesbaden : Universum, 2009
- (3) Norm VDI 2262 Blatt 3 Entwurf: Minderung der Exposition durch luftfremde Stoffe, 2009
- (4) Nomen, N. <[info@wikimedia.org](mailto:info@wikimedia.org)> : Sandstrahlen. URL: <<http://de.wikipedia.org/wiki/Sandstrahlen>>, verfügbar am 17.10.2010
- (5) Norm DIN EN 10027-1,2: Bezeichnungssysteme für Stähle, 2005
- (6) Norm DIN EN 10020: Begriffsbestimmungen für die Einteilung der Stähle, 2002
- (7) Böhler Schweißtechnik Austria GmbH: Wissenswertes für den Schweißer - Kapfenberg, 2009.
- (8) Norm DIN EN 10088-3: Nichtrostende Stähle : Technische Lieferbedingungen für Halbzeug, Stäbe, Walzdraht, gezogenen Draht, Profile und Blankstahlerzeugnisse aus korrosionsbeständigen Stählen für allgemeine Verwendung, 2005
- (9) Norm DIN EN 10025-5: Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen : Technische Lieferbedingungen für wetterfeste Baustähle, 2004
- (10) GKV 2007 : Grenzwerteverordnung. (idF v. 11.09.2007)
- (11) Egerer, Ellen; Mayer-Popken, Otfried: Medizinisches Lexikon der beruflichen Belastungen und Gefährdungen : Chrom. – 2. Aufl. Wiesbaden : Universum, 2009
- (12) ASVG : Allgemeines Sozialversicherungsgesetz. (idF v. 14.12.2010)
- (13) Letzel, Stephan ; Schupp, Marion: Medizinisches Lexikon der beruflichen Belastungen und Gefährdungen : Nickel. – 2. Aufl. Wiesbaden : Universum,

---

2009

- (14) Deutsche Forschungsgemeinschaft, Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe DFG (Hrsg.): MAK- und BAT – Werte – Liste 2003, - Mitteilung 39. Weinheim : Wiley–VCH, 2003
- (15) Greim, H (Hrsg.): Staubarten. Gesundheitsschädliche Arbeitsstoffe : Toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründungen von MAK – Werten. - Lfg. 34. Weinheim : Wiley–VCH, 2003
- (16) Fischer, Berthold: Angewandte Arbeitsmedizin Band I : Industriestäube. – 1. Aufl. Wien : Maudrich, 1986
- (17) Schaller, Karl-Heinz: Medizinisches Lexikon der beruflichen Belastungen und Gefährdungen : Aerosole. – 2. Aufl. Wiesbaden : Universum, 2009
- (18) Wurst, Friedrich: Bericht über Arbeitsplatzmessungen bei Bombardier Transportations Austria GmbH & Co KG.- Losebl. –Ausgabe, Lfg. 12/08. Prot. Nr. 419/08. Stand: Oktober 2008 – Wien : FTU GmbH
- (19) Prey, Theodor: Bericht über Arbeitsplatzmessungen bei Bombardier Transportations Austria GmbH & Co KG.- Losebl. –Ausgabe,. Lfg. 07/09. Prot. Nr. 1157/09. Stand: Juli 2009. – Wien : FTU GmbH
- (20) VGÜ : Verordnung über die Gesundheitsüberwachung am Arbeitsplatz. (idF v. 08.07.2010)
- (21) Fildan, Gerhard: Auswertung der freiwillig übermittelten Ergebnisse der Eignungs- und Folgeuntersuchungen auf Chrom und Nickel bei Bombardier Transportations Austria GmbH. - Losebl. –Ausgabe, Lfg. 12/10. Prot. Nr. 01/10. Stand: Jänner 2010 – Wien : BTA GmbH
- (22) Dauderer, M. (Hrsg.) <[Info@Toxcenter.de](mailto:Info@Toxcenter.de)>: Handbuch der Umweltgifte Ausgabe 6/2006 : Chrom. URL: <<http://www.toxcenter.de/stoff-infos/c/chrom.pdf>>, verfügbar am 09.11.2010
- (23) Dauderer, M. (Hrsg.) <[Info@Toxcenter.de](mailto:Info@Toxcenter.de)>: Handbuch der Umweltgifte Ausgabe 6/2006 : Nickel URL: <<http://www.toxcenter.de/stoff-infos/n/nickel.pdf>>, verfügbar am 09.11.2010
- (24) Norm VDI 2262 Blatt 4: Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz, 2006
- (25) Trifonoff, Peter: Schweißgasuntersuchung. – Befund 821, Lfg. 04/2010., Stand: März 2010 - Maria Enzersdorf : CO-PLAN GmbH
- (26) AschG : ArbeitnehmerInnenschutzgesetz. (idF v. 08.07.2010)
- (27) Norm EN ISO 14877: Schutzkleidung für Strahlarbeiten mit körnigen Strahlmitteln, 2002

## 9. Danksagung

Ich möchte allen danken die zur Entstehung dieses Werks beigetragen haben.  
Explizit seien hier meine Eltern und meine Frau Otgon genannt.

Für ihre fachliche, sachliche und persönliche Unterstützung möchte ich folgende Personen namentlich anführen: Dr. Franz Graf und Dr. Gilbert Engin – Deniz für ihren arbeitsmedizinischen Input, Dr. Paul Georg Umlaub für seinen schweißstechnologischen Rat sowie Hr. Johann Gisch für seinen jahrelangen Einsatz und seine profunde Erfahrung als Sicherheitsfachkraft im Werk.

Besonders möchte ich noch den Beitrag der betroffenen Mitarbeiter und Kollegen würdigen, ohne deren freiwillige und bereitwillige Unterstützung diese Arbeit so nie entstanden wäre. Danke!

## 10. Erklärung zur selbstständigen Anfertigung

Erklärung

Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Wien, Datum

Unterschrift